النقـل متعـدد الوسـائط

النقل النهرى - الطرق البرية
النقل بالسيارات - النقل السكك الحديدية
النقل بالميناء

«الجـزء الأول»

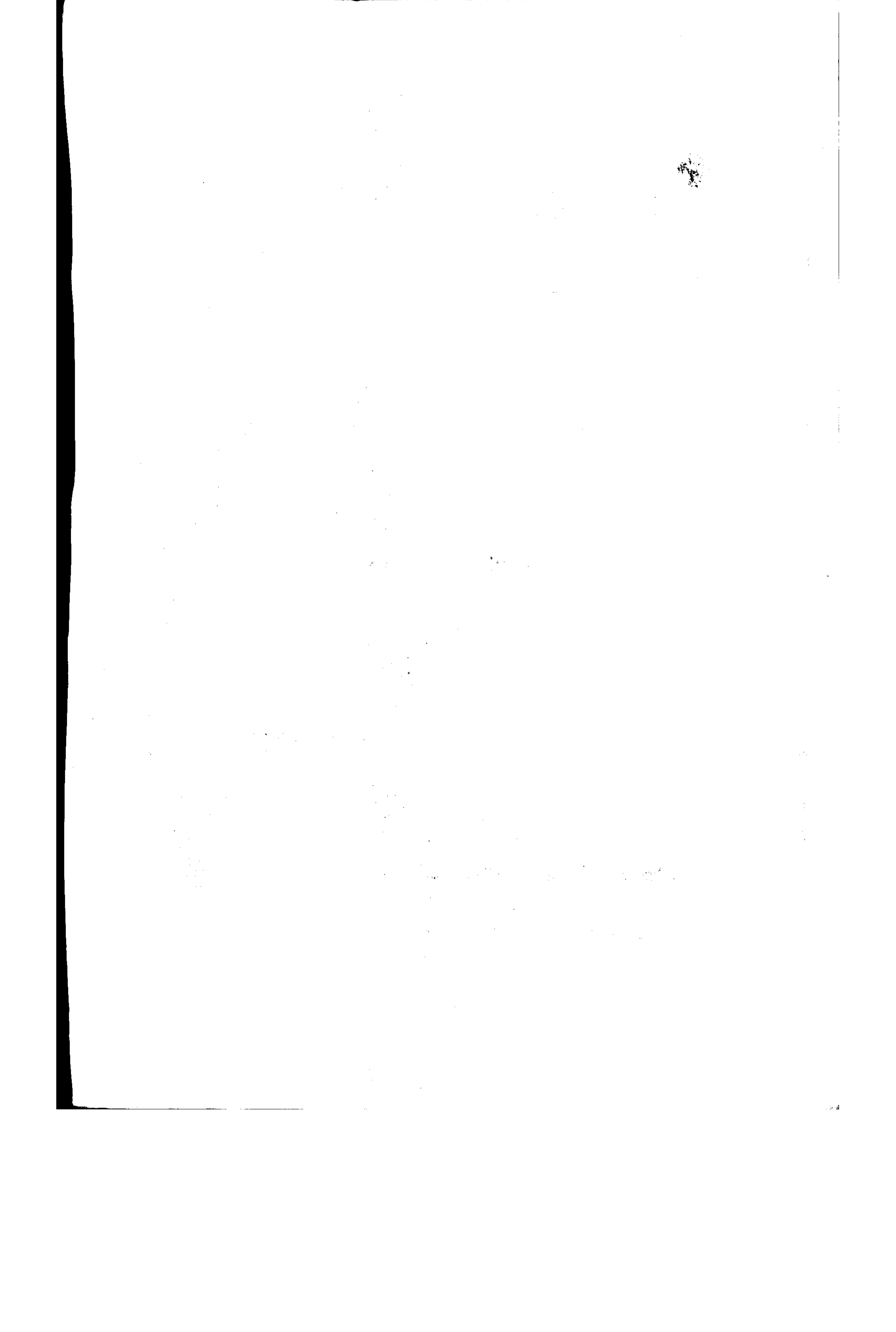
تأليف

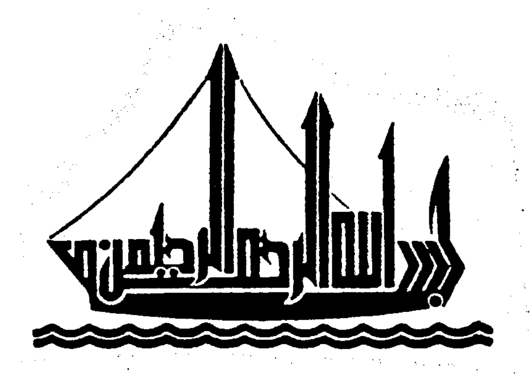
دكتور / عبد الوهاب عبد الحميد صالح

أستاذ النقل الداخلى

كلية النقل الدولى - الأكاديمية العربية للنقل البحرى

مستشار وزارة الرى والموارد المائية





مقدمة

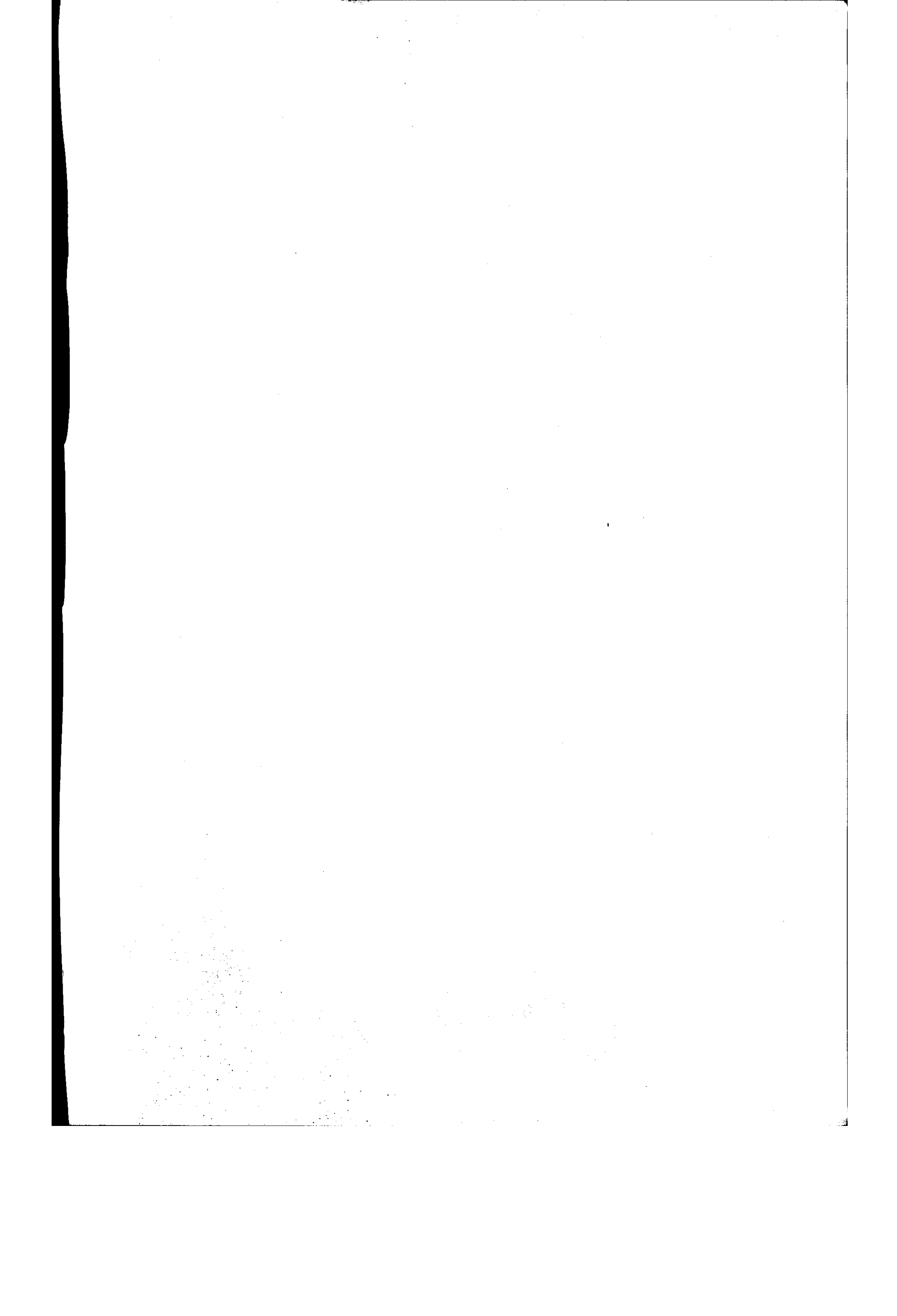
يعرف النقل متعدد الوسائط بأنه النقل الذى يتم باستخدام أكثر من وسيلة من وسائل النقل فى نقل بضائع ما من مكان إلى آخر.

إلا أنه يمكن أن يعرف أيضاً بأنه نقل البضائع بواسطة وسيلتين مختلفتين على الأقل من وسائل النقل من مكان فى بلد ما يأخذ فيه متعهد النقل المتعدد الوسائط البضائع فى عهدته إلى المكان المحدد للتسليم فى بلد آخر.

إلا أن هذا الأمر لا يؤخذ بمجرد هذا التعريف الموضح نظراً لما يتطلبه هذا النظام من أسس علمية توضح للدارس أفضل السبل عند اختيار وسيلة النقل المستخدمة حسب مواصافتها وكذلك المواصفات الفنية للمحطات المتخصصة لاستكمال بناء هذا النظام؛ ولذلك عني المؤلف أن يكون هذا الجزء هو الجزء الأول من النقل متعدد الوسائط لكي يكون أساساً وركيزة في عمليات التأسيس والتشغيل فقط، أما من ناحية إدارة وتنظيم النقل متعدد الوسائط وعلاقته القانونية بأطراف عقود النقل فهي ستكون بإذن الله في الجزء الثاني من هذا الكتاب؛ كما اهتم المؤلف كذلك أن تكون هذه الأجزاء إن شاء الله بين يدي الدارس لتؤسس جيلاً جديداً يحمل أمانة التشغيل للنقل متعدد الوسائط على أسس علمية سليمة.

ونسأل الله عز وجل التوفيق ،،،

المؤلف



الباب الأول

النقل المائى الداخلى

مقدمة

يلعب النقل النهرى دوراً هاماً على الوحدات النهرية كأحد وسائل النقل فى جميع بلاد العالم التى تجرى بها الأنهار، وتتزايد البضائع التى تنقل بواسطة الوحدات النهرية عن وسائل النقل الأخرى إذا كان هناك نظام مرور مائى آمن وذلك لقلة تكاليف النقل على الوحدات النهرية، كما أن الحجم المنقول على السفينة النهرية والتى لا تقل عن ٣٠٠ طن يعتبر حجماً اقتصادياً بكل معانيه، هذا بالإضافة إلى أنه لا ينتج عنه تلوث يذكر؛ وعلى الرغم من ازدياد حركة النقل فى مصر بصفة عامة فى السنوات الأخيرة زيادة مطردة، فإن معظم المجارى المائية الملاحية فى مصر ما زالت دون الاستغلال الكامل، وقد اتجهت الهيئات المعنية فى الآونة الأخيرة نحو رفع كفاءة الأسطول الحالى مع وضع خطة للتوسع فى المستقبل لمواجهة أعباء النقل بين أنحاء الجمهورية.

وتمثل مشكلة الغاطس المتاح خلال العام إحدى المشاكل الرئيسية التى تحد من كفاءة النقل النهرى إذ يتغير عمق المياه فى القنوات الملاحية على مدار السنة، مما يترتب عليه عدم الاستفادة الكاملة من طاقة التحميل لمعظم وحدات النقل النهرى، فبينما يتوفر غاطس تصميمى يصل إلى ١,٨ متر فى بعض الوحدات المستخدمة حالياً، نجد أن أعماق المياه فى بعض أجزاء الشبكة الملاحية لا تسمح بغاطس أكبر من ١,١٠ متر وذلك لفترات مختلفة، وبالتالى فإن أمام مصمم الوحدات النهرية تحت ظروف الوضع الحالى خيارين:

الأول: تصميم السفينة النهرية على أساس غاطس كبير لا يستفاد منه طوال العام.

الثاني: تغيير أبعاد السفينة الحالية من أجل تحميل اقتصادى وبالتالى يمكن الاستفادة من أعماق المياه المتاحة فى القنوات الملاحية لفترات طويلة أثناء العام.

ولابد أن يكون هناك حلاً وسطاً بين هاتين الفكرتين مثل أن يجد مصمموا الوحدات النهرية أنواع سبائك من المعدن الخفيف الوزن تستخدمها عند بناء السفن النهرية لتخفيف وزن الوحدة النهرية مع زيادة فى الطفو، وبالتالى تقليل الغاطس مع تعويض الكمية المتوفرة فى فرق الوزن للوحدة النهرية بكمية من البضاعة مضافة إلى ما هو موجود حالياً.

وبمعنى آخر، فإذا كان الصندل النهرى بمواصفاته الحالية وزنه يساوى حوالى ٨٠ طن لينقل بضاعة قدرها ٣٥٠ طن بغاطس ١,٨ متر، فإذا تمكن المصممون من تصميم صندل آخر بنوع من السبائك خفيفة الوزن ليصل وزن الصندل إلى حوالى ٣٠ طن وبغاطس ١ متر فإن البضاعة التى يمكن أن يحملها قد تصل إلى حوالى ٥٠٠ طن.

وتعتبر المجموعة الملاحية التى تعطى اقل تكلفة لنقل الطن لمسافة كيلومتر واحد هي المجموعة المثلى حيث تتيح للنقل النهرى أكبر فرصة ممكنة لمنافسة طرق النقل الأخرى؛ ولحساب تكلفة النقل، يمكن بتقديرات الإنتاج الكمي للمجموعة الملاحية مع الأخذ فى الاعتبار الغاطس المتاح على طول المسار الملاحى فى فترات السنة المختلفة، وقد وجد أن المجموعة المحلية:

المكونة من قارب دفاع وصندلين مدفوعين تتسم بمميزات عديدة تجعلها جديرة بالدراسة إذ تتميز هذه المجموعة بملاءمتها للحركة في الأعماق الضحلة، وذلك لإمكانية اختيار القارب الدفاع بغاطس يقل عن الغاطس للصنادل المدفوعة؛ ونظراً لأن القارب الدفاع لا يحمل بضائع فهو حر الحركة ويمكنه مغادرة ميناء الوصول دون الحاجة إلى انتظار تفريغ الصنادل المصاحبة له، وبالتالي يمكن أن تشترك أكثر من مجموعة ملاحية واحدة في قارب دفاع واحد.

وللتنبؤ بالغاطس المتاح على طول المسار الملاحي في فترات السنة المختلفة فلابد من دراسة الخرائط الهيدروجرافية للمجرى الملاحي وتجديد البيانات المتوفرة عن تشغيل بحيرة السد العالي وكذلك دراسة التصرفات في الأحباس المختلفة للمجرى الملاحي وتأثيرها على أعماق المياه في المسافات البينية بينها.

وبعد دراسة خصائص المجرى الملاحي القاهرة/وجه قبلي، فقد تم تحديد الأبعاد الرئيسية للمجموعة الملاحية المقترحة فيما عدا الغاطس التصميمي حيث تتأثر المسافة الآمنة تحت الغاطس بالسرعة التي تسير بها الوحدات النهرية، كما يعتبر وجود أسطول نقل نهري قوي وفعال من العوامل المهمة لمساعدة الاقتصاد المصري كما يحدث في الدول التي تمتلك أنهار ملاحية يمكن استخدامها في عمليات النقل المختلفة.

هيدروجرافية نهر النيل

يقع نهر النيل فى الجزء الشمالى من قارة أفريقيا، وهو يعتبر ثانى أكبر الأنهار فى العالم، فطوله يبلغ حوالى ٧٦٠٠ كم مقاساً من أصول منابعه الأولى من بحيرة تنجانيقا من خط عرض ٤ مسافراً حتى يصل البحر الأبيض المتوسط بفرعيه دمياط ورشيد عند خط عرض ٣٥ شمالاً، ومساحة حوض نهر النيل تقدر بحوالى ٢,٠٠٩,٠٠ كيلومتر مربع.

كما أن خط سير نهر النيل العظيم من بحيرة تنجانيقا إلى البحر المتوسط يمر خلال البلاد الآتية: أوغندة، كينيا، تنزانيا، رواندا، بوروندى، زائير، الحبشة، السودان حتى يصل إلى جمهورية مصر العربية.

ولنهر النيل منبعان رئيسيان هما:

١. البحيرات الاستوائية.
٢. هضبة الحبشة.

كما توجد إضافات أخرى صغيرة تمد النهر بالمياه خلال الفيضان إلا أن هذا الإمداد من المياه بسيط لدرجة يمكن تجاهله، ولذلك فقد جعلنا المنبعين الأصليين هما كما ذكرناهما فى النقطتين السابقتين.

أهم الأنهار التى تكونت فى المنطقة الوسطى للنهر والتى أفيضت من البحيرات الاستوائية

١. نهر بحر العرب: مساحة هذا النهر تبلغ حوالى ٢١٠,٠٠٠ كيلومتر مربع.
٢. نهر اللول: سعته المائية حوالى ٤,٣ مليار متر مكعب.

٣. نهر بونجو: هو الفرع الجنوبى لنهر اللول وسعته المائية تبلغ حوالى ٠,٧ مليار متر مكعب.

٤. نهر جور: هو أهم أنهار المنطقة وسعته المائية تبلغ حوالى ٥,٣ مليار متر مكعب.

٥. نهر تونجى: سعته المائية تبلغ حوالى ١,١ مليار متر مكعب.

٦. نهر جيل: سعته المائية تبلغ حوالى ٠,٤ مليار متر مكعب.

وبذلك تكون الكمية المائية المتدفقة من هذه الأفرع حوالى ١١,٨ مليار متر مكعب تصب جميعها فى إقليم المستنقعات، وفى هذه المستنقعات يفقد معظم الماء فى حالات البخر وتسر المياه إلى المياه الجوفية ليبقى من مجموع هذه المياه كمية مقدارها حوالى ٠,٥ مليار متر مكعب مياه تصب فى النهر البيض.

أهم المنابع من هضبة الحبشة

١. نهر السوباط ورافده البوبر: هما يشغلان طولاً قدره حوالى ٣٥٠ كيلومتر ليصبا فى نهر النيل البيض، وتقدر كمية المياه التى تصب فى المجرى الرئيسى للنهر بحوالى ٩,٢ مليار متر مكعب ماء.

٢. النهر الأزرق: وينبع هذا النهر من بحيرة تانا، ومساحتها حوالى ٣٠٠ كيلومتر مربع، وتقدر كمية المياه التى تخرج من هذه البحيرة لتصب فى النهر الأزرق بحوالى ٣,٨ مليار متر مكعب.

٣. نهر عطبرة: ويتكون هذا النهر من مصبات المياه الموجودة فى الجبال الأثيوبية والتى ترتفع بمقدار ٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر، كما تقدر كميات المياه التى تصب فى نهر عطبرة بحوالى ١١,٥ مليار متر مكعب.

٤. النهر الرئيسى: عندما يجتمع كل من النيل الأزرق والنيل البيض عند مدينة الخرطوم بجمهورية السودان والتى تعرف بالنهر الرئيسى للنيل والذى يمتد حتى البحر المتوسط بطول قدره ٣٠٦٥ كيلومتر.

وتقدر المسافة ما بين الخرطوم فى جمهورية السودان ومدينة أسوان بجمهورية مصر العربية بحوالى ١٨٨٥ كيلومتر وتعبر خلالها ست شلالات لينخفض منسوب نهر النيل فى هذه المنطقة حتى ٢٠٠ متر فوق سطح البحر عند مستوى المخزون العالى فى بحيرة ناصر خلف السد العالى والمسافة ما بين أسوان وقناطر الدلتا هي ٩٣٤ كيلومتر.

٥. المواصفات الهيدروجرافية لمجرى النهر داخل حدود جمهورية مصر العربية: إن المسافة بين السد العالى وقناطر الدلتا هي ٩٣٤ كيلومتر مقسمة على ستة أحباس هي:

٥-١ المسافة ما بين أسوان وقناطر إسنا بطول ١٥٩ كيلومتر.
٥-٢ المسافة ما بين أسوان وقناطر نجع حمادى بطول ٣٥١ كيلومتر.
٥-٣ المسافة ما بين أسوان وقناطر أسيوط بطول ٥٣٨ كيلومتر.
٥-٤ المسافة ما بين أسوان وقناطر المنيا بطول ٦٧٦ كيلومتر.
٥-٥ المسافة ما بين أسوان وقناطر بنى سويف بطول ٨٠٠ كيلومتر.
٥-٦ المسافة ما بين أسوان وقناطر الدلتا بطول ٩٣٤ كيلومتر.

٦. القناطر والأهوسة على مجرى النهر الرئيسى:
كما أسلفنا الذكر، فقد بنيت على النهر خمسة قناطر وهي: قناطر إسنا، نجع حمادى، أسيوط، المنيا وبنى سويف، كما يجدر بالذكر هنا أن وزارة الأشغال العامة والموارد المائية قد قامت فى المدة ما بين سنة

١٩٩٢ و١٩٩٥ ببناء أحدث قنطرة فى العالم بديلة لقناطر إسنا القديمة من أجل تحسين الملاحة طوال العام بالإضافة إلى ما أنتج من الكهرباء بفضل اختلاف مستوى المياه خلف وأمام القناطر.

والقناطر جميعها صممت للتحكم فى سريان المياه وكذلك عمل منسوب مائى خلف كل قنطرة يسمح بتحريك الوحدات النهرية من أجل عمليات النقل النهرى المختلفة.

والقنطرة هي منشأ يبنى بعرض النهر من الضفة إلى الضفة به فتحات يتم التحكم فيها من أجل سريان المياه مع احتساب المنسوب الذى يتناسب ومتطلبات الزراعة والنقل النهرى أيضاً؛ كما يبنى بجوار القنطرة هويس وهو منشأ خرسانى من أجل تسهيل عبور السفن من خلال المنطقة التى بنيت هذه القناطر، ويلعب الهويس دوراً أساسياً فى عمليات النقل حيث من خلاله تتم عملية نقل الوحدة النهرية من منسوب إلى منسوب بطريقة آمنة.

كما أنه يمكن بواسطة هذا الهويس أيضاً التحكم فى سرعة المرور للوحدات النهرية وبالتالى فى كثافة المرور المراد تسييره خلال المسافة ما بين قنطرتين والتى تسمى بالحبس.

٧. صلاحية نهر النيل للملاحة فى المسافة ما بين أسوان وقناطر الدلتا: إن المسافة التى بين خزان السد العالى وقناطر الدلتا هي ٩٣٤ كيلومتر صالحة للملاحة للأسباب الآتية:

٧-١ متوسط الميل فى هذه المسافة هو ١/١٣,٠٠٠.

٧-٢ متوسط العرض فى هذه المسافة هو ٩٠٠ متر.

٧-٣ لا توجد منحنيات أو ثنيات خطرة طوال هذه المسافة.

٧-٤ يوجد أهوسة عند مناطق القناطر المختلفة لتسهيل عملية النقل.

٧-٥ سرعة التيار المائى فى النهر تقدر بحوالى ٢- ٥ كم.

٧-٦ لا توجد فى النهر تيارات دوامية بشكل خط أعلى للملاحة.

٧-٧ كمية المياه التى تأتى إلى بحيرة ناصر خلال الفيضان تفى بالغرض من عمل نظام نقل أمثل طوال إحدى عشر شهراً فى السنة.

٧-٨ نظام التدفق المائى الحالى صالح لبناء نظام مرور نهرى أمثل يتوافق مع تدفق المياه.

٨. مورفولوجية النهر فى المسافة ما بين أسوان وقناطر الدلتا: إن مورفولوجية النهر فى هذه المنطقة يمكن تلخيصها فى النقاط التالية:

٨-١ مورفولوجية المجرى المائى.

٨-٢ مورفولوجية الجزر المكونة داخل النهر.

٨-٣ مورفولوجية المنحنيات للمجرى.

ويمكن توضيح الثلاث نقاط السابقة فى الفقرات التالية:

مورفولوجية المجرى المائى:

يمتد نهر النيل عند خزان السد العالى مسافة قدرها ٩٣٤ كم وحتى يصل إلى نقاط الدلتا متجهاً شمالاً وحتى يصل إلى مصبيه فرعي رشيد ودمياط مشكلاً الدلتا النهر.

ظاهرة تعرج المجرى الرئيسي:

يوجد بالمجرى الرئيسي ظواهر كثيرة منها ظاهرة التعرج ويرجع أسباب التعرج هذه إلى اختلاف جوهري في نوع التربة التي يسير بها النهر فهي إما أن تكون صخرية أو جيرية أو طينية أو رملية أو مركبة ما بين عنصرين.

إلا أن هذا التعرج لا يمنع تدفق المياه وكذلك امتداد خط البصر وزاويته والذي يحدد المدى البصري لخط الأفق؛ ولقد تم قياسه واتضح أنه ما بين ٣,٥ كم إلى ٥ كم، وهي مسافة آمنة لإبحار الوحدات النهرية؛ كما أن هذا التعرج لا ينتج عنه دوامات إعصارية تؤثر على مناورات السفن عند عملية الإبحار.

مورفولوجية الجزر بالممر المائي:

تنقسم الجزر النهرية من الناحية المورفولوجية إلى ثلاثة أقسام هي:

أ- جزر حافظت على بقائها: يوجد بالمجرى المائي جزر كثيرة حافظت على بقائها داخل المجرى المائي عبر الزمان نظراً لأنها صخرية التكوين فلم تتأثر خلال سريان الماء وهذه الجزر تتركز كثيراً من منطقة أسوان وفي بعض المناطق أمام منطقة الأقصر.

ب- جزر اختفت: نظراً لأن تكوين هذه الجزر إما من الرمال الطينية أو الطينية فقط فقد تآكلت هذه الجزر عبر حقبة من الزمن نظراً لوجود التيار المائي الحلزوني الشكل.

ج- جزر فى طريقها للظهور: نظراً لتواجد التيار الحلزونى بالنهر فإن عمليات الاختفاء والظهور للجزر تتأثر تأثراً بالغاً بقوة هذا التيار وزوايا اصطدامه بأجناب النهر مما يجعل أجزاء من الأجناب تتآكل ثم يحملها التيار إلى مناطق يضعف فيها التيار فيزداد الترسيب مما يشكل جزراً داخل المجرى المائى للنهر.

٩. مورفولوجية المنحنيات:

لا يوجد بالنهر منحنيات حادة Sharp Bends أو انعطافات شديدة Sharp Curves إلا فى مناطق قليلة جداً مثل منطقة نجع حمادى، أما الدورانات Turns فهي موجودة وليست بكثرة كما يتوقع البعض، وفى مجمل هذا البند فإن الملاحة لا تتأثر بأي منها نظراً لطول محيط القوس الذى يتكون عند هذه الظواهر سواء كانت منحنيات أو انعطافات أو دورانات.

١٠. هيدرولوجية النهر:

إن البحث فى هيدرولوجية أي ممر مائى ضيق والذى يمكن أن يكون إما نهرًا أو مدخل ميناء أو قناة أو بحيرات، ولذلك وقبل التحدث عن أي عمليات للنقل داخل هذا الممر المائى -وليكن نهر النيل كما أسلفنا شرحًا- يجب دراسة دائرة إمداد الممر بالمياه ولهذا الأمر يجب النظر فى تاريخ هذا الممر المائى منذ مئات السنين سابقًا ولاحقًا مع محاولة الوصول إلى أن كمية المياه المتدفقة طبيعيًا تفى وغرض النقل، لذا فإن دائرة المياه فى الكون Hydrology Cycle والتى تتكون من العناصر التالية:

١. السحاب Clouds
٢. المطر Rain
٣. البخر Evaporation
٤. النتح Transpiration
٥. الترسيب Sedimentation
٦. التسريب Infiltration
٧. النقل Transportation

لذلك فإن جميع هذه العناصر المذكورة والتى تتكون منها دائرة المياه، فهي جميعها تكون دائرة المياه لنهر النيل من منابعه الرئيسية فى البحيرات الاستوائية وحتى يصل إلى حدود مصر الجنوبية عند بحيرة ناصر حيث يوجد نظام تدفق مائى يبدأ من السد العالى، وهذا التدفق المائى يمثل الاحتياجات السنوية لما تتطلبه مظاهر الحياة لكل من البشر والكائنات الحية هذا بخلاف الزراعة والملاحة، وتتمثل قمة الاحتياجات فى الفترة من يونيو- يوليو- أغسطس فيصل المنسوب فيها إلى ٢٤٠ مليون متر مكعب/ يوم ثم يبدأ التدفق المائى فى التقليل بنهاية شهر أغسطس حتى السدة الشتوية والتى غالباً ما تكون فى الفترة ما بين ديسمبر ويناير حيث تصل كمية المياه المتدفقة للنهر حوالى ٦٠ – ٦٥ مليون متر مكعب/ متر. وهذه الكمية من المياه تفى والغرض لعمليات الري والاستخدام الآدمى.

وبنهاية هذه السدة الشتوية يبدأ التدفق فى الارتفاع حيث ازدياد الطلب على المياه لعمليات الري المختلفة تدريجياً ليرتفع المنسوب

ثانية حتى يصل إلى ٢٤٠ مليون متر مكعب/ يوم خلال الشهور يونيو، يوليو، أغسطس.

وهي تمثل قمة الطلب على المياه ثم بعد ذلك يبدأ نظام التدفق فى التقليل لمنسوب المياه وحتى يصل ثانية عند بداية ديسمبر إلى ٦٠- ٦٥ مليون متر مكعب/ يوم.

وهكذا يتم تنفيذ هذا النظام سنوياً ما لم يحدث أي طارئ مما يشكل خطراً فى حالة الزيادة والنقصان.

٨. الخرائط والمساعدات الملاحية

١- الخرائط الملاحية:

إن الخرائط الملاحية تشكل عنصراً أساسياً فى اختيار الممر الملاحى الأمثل والذى يمكن اختياره من أجل مرور ملاحى آمن وهذه الخرائط يجب أن تشمل الآتى:

أ- أن يكون التوقيع فيها باستخدام خطوط الطول والعرض وحتى يمكن تحديد الموقع الجغرافى بكل دقة.

ب- أن يكون عليها مقياس لقياس المسافات بالكيلومتر.

ج- أن يرسم عليها قرص البوصلة موضحاً اتجاه الشمال المغناطيسى والشمال الحقيقى.

د- أن يحسب عليها جداول الجذب والانحراف لكل منطقة من مناطق الإسقاط.

كما أن الخرائط تستخدم فى توقيع العلامات الملاحية المنظمة لحركة السير بالممرات المائية، هذا بخلاف ما تحتويه هذه الخرائط على مواقع الموانىء والمراسى الخاصة بتراكى السفن.

٢- المساعدات الملاحية:

وهذه العلامات الملاحية تستخدم من أجل تسيير نقل نهرى اقتصادى آمن حيث يجب تزويد الممر المائى المختار بعلامات ملاحية لكي تقوم بعمليات الإرشاد والتحكم فى المرور النهرى من أجل أن يكون مروراً نهرياً آمناً ذا عائد اقتصادى.

وهذه العلامات تنقسم إلى:

- علامات توجيهية — Directional Marks
- علامات إرشادية — Pilotage Marks
- علامات تحذيرية — Warnning Marks
- علامات قياسية — Distance Marks
- علامات محددة الاتجاه — Cardinal Marks
- علامات محددة السرعة — Speed Limitations
- علامات المرور للأهوسة — Traffic Marks
- علامات مناطق المخطاف — Anchorage Area
- علامات لا يسمح بإلقاء المخطاف — No Anchorage
- علامات الأعماق — Water Marks

- علامات جانب الممر — Side Marks
- علامات مناطق الشحط — Grounding Marks
- علامات اتجاه المرور — Traffic Directional Marks
- علامات محطات الملاحظة — Observation Center Marks
- علامات التطابق — Transit Marks
- علامات أخرى — Other Marks

المواصفات الخاصة لكل من هذه العلامات من ألوان نهاراً وأضواء ليلاً لابد وأن تتفق مع النظام الدولى وكذلك متطلبات الأمن والسلامة للإبحار والتى يمكن أن تضم أشكالاً جديدة محلياً تفيد نفس الغرض.

ولذلك فلابد من معرفة عرض الممر المائى فى حالة ارتفاع المياه فى فترة الفيضان وهو عرض خط الماء من الجانب اليمن إلى الجانب الأيسر وقد يختلف هذا العرض تبعًا لارتفاع الماء وانخفاضه.

أما عرض الممر الملاحى المختار، فهو عرض خط الماء الذى تتواجد عنده الأعماق المناسبة لإبحار السفن بالسرعة المطلوبة والغاطس الأمثل، ولذلك يجب اختيار عرض الممر الملاحى بطريقة فنية سليمة وحتى يمكن للسفن أن تسير بأمان مع الأخذ فى الاعتبار الهبوط الظاهرى الذى يحدث

للسفينة فى السرعات المختلفة، ويمكن تحديد عرض الممر الملاحى بالمعادلة الآتية:

عرض الممر الملاحى = العرض السائد لأكبر السفن + مسافة آمنة بين السفن المختارة + مسافة آمنة بين السفن فى أطراف الممر

حيث أن:

- المسافة الآمنة بين السفن = ١,٥ أكبر عرض
- المسافة الآمنة بين السفينة وطرف الممر = ٠,٥ المسافة الآمنة

وحدات النقل النهرى

مقدمة

تتعدد متغيرات التصميم لوحدات النقل النهرى وفقاً لمتطلبات عمليات النقل المختلفة، وذلك من حيث تكون مجموعة النقل حسب الأسس الآتية:

- وحدات نقل البضائع.
- وحدات نقل الركاب.

ونظراً للأهمية الاقتصادية لتكوين تشكيل من الوحدات النهرية يمكن بواسطته نقل كميات من البضائع بأقل تكلفة، فقد روعي الآتى فى التصميم:

وحدات نقل بضائع

لقد روعي فى تصميم وحدات نقل البضائع بعض المواصفات من أجل ملاءمة عملية النقل وهذه المواصفات نوجزها فيما يلى:

١- نوع نظام الحركة للوحدة النهرية (بماكينات، جر، دفع).
٢- أبعاد الوحدة النهرية من طول - عرض- غاطس- ارتفاع.
٣- قدرة الماكينات وعددها وأعمدة رفاصاتها، ونوع الرفاص المستخدم.
٤- عدد الوحدات النهرية في التكوين الواحد.

كما أن الوحدات المصممة كدفاع للوحدات النهرية لها مواصفات خاصة بها هي الكراسي الأمامية الجهد عملية الدفع والأبعاد من طول، عرض، غاطس وكذلك قدرة ماكيناتها على عمليات الدفع المختلفة في دفع وحدة نهرية واحدة أو اثنين أو ثلاثة، أما عمليات الجر فليس لها كراسي أمامية لعمليات الدفع وإنما تخضع لنفس المواصفات من طول وعرض وقدرة ماكيناتها على عمليات القطر المختلفة.

كما يمكن اختيار الغاطس التصميمي للدفاع بحيث يكون أقل من الغاطس التصميمي لباقي الصنادل وذلك لضمان خلوص سفلي مناسب له (المسافة العمودية من قاع السفينة إلى قاع النهر)، حيث يساعد ذلك على تقليل التلف المحتمل حدوثه في بدن ومرح الدفاع ما يساعد هذا الخلوص على رفع كفاءة تشغيل ماكينة الدفاع وتقليل استهلاكها من الوقود.

ونظراً لأن غاطس الدفاع بالمقارنة بالصنادل الدفاعة فإن ذلك يقلل من الاحتمالات الآتية:
١- تقليل احتمال الشحط في الأعماق الضحلة.
٢- يمكن استخدامه في نجدة الوحدات الشاحطة في أعماق قليلة نسبياً.

٣- الدفاع حر الحركة حيث أنه لا يحمل بضاعة معينة ويحتاج إلى وقت انتظار طويل لحين إتمام عمليات الشحن والتفريغ.

٤- يمكن استخدامه في أكثر من عملية دفع حيث يتم ربط ما قد تم دفعه من الصنادل وتركه حتى إتمام عمليتي الشحن والتفريغ ثم التحرك لإتمام عمليات دفع أخرى.

وعلى الرغم من هذه المزايا إلا أن للسفن الدفاعة بعض السلبيات نوجزها فيما يلي:

١- ارتفاع ثمن تكلفته نظراً لتقوية البدن لعمليات الدفع المختلفة حيث أنه دائماً ما يكون خلف الوحدات النهرية.

٢- ارتفاع قيمة الماكينات المحركة عن مثيلتها في الوحدات الأخرى.

٣- إرتفاع غرفة القيادة إلى حوالى ٦م عن سطح النهر قد تؤثر في عمليات العبور أسفل الكبارى في ارتفاعها.

العوامل التى تؤثر على الطول الكلى للتشكيل الملاحى

يعتمد طول التشكيل الملاحي (مجموعة الوحدات النهرية) بصفة رئيسية على:

١- أبعاد الأهوسة المقامة على مجرى النهر.

٢- مورفولوجية النهر، الانحناءات، الثنايا، الدورانات... إلخ.

٣- هيدرولوجية الحبس (الطول بين قنطرتين)، نوع القاعة.

ولقد بنيت الأهوسة على أساس أن تكون أبعادها ٨٠م × ٨٠م على جسم النهر حيث أنه قد ثبت منذ زمن بعيد أن هويس قنطرة السنا التى بنيت حديثاً وتم افتتاحها فى أغسطس ١٩٩٥. فإن الهويس الذى أنشئ إلى جوارهـــا أصبحت

أبعاده هي ١١٦م × ١٦م وهناك فكر جديد في توسيع الأهوسة التي في مجرى النهر لتكون بأبعاد هويس إسنا وحتى تكون هناك فرصة تشغيل أفضل وتقليل زمن انتظار الوحدات لعبور الأهوسة.

أما بالنسبة لأنصاف أقطار المنحنيات فنجد أن أنصاف أقطار منحنيات النهر تسمح بمرور وحدات نهرية بطول من ١٥٠م- ٢٥٠م للمجموعة الواحدة وبالذات عند منطقة نجع حمادى.

العوامل التي تؤثر على العرض الكلي للتشكيل الملاحي

يتوقف العرض الكلى للتشغيل الملاحى (المجموعة النهرية) على العناصر الآتية:

١- عرض المجرى الملاحى المختار داخل النهر.

٢- عرض الأهوسة المقامة على مجرى النهر.

ولو أن عرض المجرى الملاحى للنهر لا يؤثر تأثيراً مباشراً على تكوين شكل التشكيل بالمجموعة الملاحية إلا أن هناك فكر متمثل فى تصميم عرض الهويس بما يساوى عرض وحدتين نهريتين مضافاً إليه خلوص الأمان. إلا أن هذا ليس صحيحاً تماماً حيث أن الأهوسة تعتمد فى تشغيلها وسعة إنتاجها على الآتى:

١- المستوى الفنى لقائد الوحدة النهرية لعمل المناورة فى أقل وقت.

٢- سرعة غلق الأبواب الخاصة بالهويس.

٣- سرعة ضخ المياه من وإلى الهويس.

٤- زمن بقاء الوحدة داخل الهويس.

يوجد فى ألمانيا وهولندا أنظمة فنية تغطى ما ذكرناه فى زمن قياسى حتى لا يتعدى كل هذه الأمور فى وقت أقصاه من ٨- ١٠ دقيقة.

كما أن هولندا قد عدلت فى كثير من نظم تشغيل أهوستها بحيث تعطى زمن أقل مما ذكرناه، فزودت البوابات بأنظمة حديثة تعمل بالأشعة بحيث تفتح البوابات وتغلق تلقائياً عند وصول السفن العابرة إلى مسافات معينة، وبهذا النظام أمكن تقليل زمن الانتظار إلى حد كبير.

العوامل التى تؤثر على غاطس التشكيل الملاحى

من دراسة دالة تدفق المياه داخل مجرى نهر النيل نجد أن الغاطس المتاح فى فترة ما بين مايو- يوليو- أغسطس هو أكثر من ٢م إن كان هناك وحدات تمثل هذا الغاطس، أما فى الشهور سبتمبر، أكتوبر ونوفمبر، فالغاطس يمكن أن يصل حتى ١,٥م- ١,٨م وكذلك الحال فى فبراير، مارس، وأبريل وهذا الوضع هو وضع مناسب لعمليات النقل الخاصة بسفن البضاعة.

ويمكن عمل الحسابات اللازمة لمرور السفن داخل الممر الملاحى المختار والذى يمكن أن ينفذ تبعًا لطلبات الشاحن وهي فى النقاط التالية:

أ- النقل باقل تكلفة ممكنة.

ب- النقل باسرع زمن ممكن.

ج- النقل فى اقل وقت ممكن.

ويمكن توضيح هذه الطلبات الثلاثة فى النقاط التالية:

أ- النقل بأقل تكلفة

إن تنفيذ عملية النقل باقل تكلفة تعنى معنى واحد فقط وهو أن تكون السفينة كاملة الحمولة وهذا يعنى أن الحمولة كافية وعند خط الشحن الصيفى فى المياه العذبة، وطالما كان الأمر كذلك فهذا يعنى أن السفينة لابد أن تبحر وهي كاملة الحمولة، كما يعنى أيضًاأن كل طن مسموح بحمله على السفينة قد دفع نولونه وأن أي نقص فى هذه الحمولة تعنى زيادة النولون وهذا ما لا يحقق النقل باقل تكلفة، وبمعنى آخر إذا كانت السفينة تستطيع أن تشحن بمقدار ١٠٠٠ طن حمولة صافية ونولون النقل للطن الواحد هو واحد جنيه، فهذا يعنى أن الشاحن يمكن أن يدفع ١٠٠٠ جنيه مصرى نظير النقل، أما إذا كانت السفينة تحمل ٨٠٠ طن فقط، فإن الناقل سيظل ينتظر حتى تخرج السفينة كاملة الحمولة أي ينتظر أن يأتى إليه ٢٠٠ طن وحتى يكون نولون الشحن هو واحد جنيه.

ب- النقل بأسرع زمن ممكن

إن عملية النقل بأسرع زمن ممكن هو أن تبحر السفينة بالحمولة التى قد قدرها الشاحن، بمعنى أنه إذا كانت السفينة تحمل ١٠٠٠ طن وقد تم شحنها بـ٨٠٠ طن فقط، فهذا يعنى أن الشاحن سيقبل أن يدفع نولون قدره ١,٢ جنيه نظرًا لإبحار السفينة بسرعة دون الانتظار لاستكمال الحمولة الكلية للسفينة.

ج- النقل فى أقل وقت ممكن

هذا يعنى أنه إذا كان الشاحن أو الناقل يوجد أمامهما سفينتين إحداهما تحمل ٨٠٠ طن والأخرى تحمل ١٢٠٠ طن ولكن السرعة بينهما تختلف، فإن السفينة ذات الحمولة الأكبر سوف تنقل كمية البضائع كلها فى وقت أقل مما

لـو اسـتخدمت السـفينة ذات الحمولـة الأقـل؛ ويمكـن توضـيح ذلـك مـن المعادلات الآتية:

أقل عمق = الغاطس + الهبوط الظاهرى

حيث أن:

أقل عمق هو أقل عمق مسموح به فى الممر الملاحى المختار.

الغاطس هو الذى يعبر عن كمية الحمولة التى تحملها السفينة.

الهبوط الظاهرى هو الهبوط الناتج عن سرعة السفينة.

ولحساب الهبوط الظاهرى Squat فإننا نستخدم المعادلة الآتية:

$$\text{Squats} = \text{cB x } \frac{V_2}{100}$$

وهذه المعادلة مقبولة إلى حد ما لحساب قيمة الهبوط فى وقت قصير لحين حسابها بدقة بواسطة المعادلة الآتية:

$$\Delta T = 3.75\ CB\ \frac{\left(\frac{1}{BH-1}\right)^{\frac{3}{4}}\left(\frac{V}{VO}\right)^{\frac{1}{2}}\frac{V_2}{29}}{BT}$$

ΔT = Changing of trim in meter
C_B = Block co-officient
B = Channel width in meter
H = Depth of water in meter
B = Width of a ship in meter
T = Mean draught in meter
V = Speed of a ship in km/h
VO = Speed of Stream in km/h
g = Gravity

وباستخدام المعادلة الأخيرة للهبوط أسفل بدن السفينة يمكن التحكم فى السرعة وحتى تكون الكمية المنقولة كمية اقتصادية.

ومن هنا يتضح الآتى:

أ- حالة النقل بأقل تكلفة

هذا يعنى أن الغاطس يجب أن يكون كما هو والذى يمثل حالة حمولة كاملة، أما التغيير الذى يجب أن يتم سيكون فى السرعة وليس الحمولة نظرًا لأن الهبوط الظاهرى يعتمد على السرعة، وبالتالى ستكون المعادلة كما يلى:

أقل عمق = الغاطس + الهبوط الظاهرى

$$\text{الهبوط الظاهرى} = \frac{\text{معامل التكعيب} \times \text{مربع السرعة}}{١٠٠}$$

وحيث أن السرعة تؤثر تأثيرًا مباشرًا على الهبوط، فإنه فى حالة اقل تكلفة يتم تثبيت الغاطس مع تقليل السرعة وحتى يكون اقل عمق مناسب فى هذه الحالة.

أما إذا كان الطلب على أن يكون النقل بأسرع زمن ممكن، فهنا يمكن تطبيق المعادلة السابقة مع ثبات السرعة المعلنة لأنه فى هذه الحالة ستفضل السرعة عن الحمولة المنقولة حيث لابد أن يكون مجموع ارتفاع الغاطس + الهبوط الظاهرى أقل من اقل عمق؛ ويمكن توضيح ذلك فى المثال التالى:

بصفتك منظمًا للنقل بالشركة الدولية للنقل، طلب منك نقل ١٥٠٠٠ طن بضائع مصندقة لمسافة ٣٨٠ كم بواسطة السفن التالية:

طول	عرض	غاطس	عمق	معامل تكليفو	السرعة	تغير الغاطس ١ سم
٤٩ م	٤,٢ م	١,٩ م	٣,٢ م	٠,٨٥	١٤ كم/س	١٤ طن
٣٨	٣,٩	١,٣	٣,٢	٠,٧٠	١٤	١٠ طن

إشرح كيف يتم النقل فى الحالات التالية:

أ- أقل تكلفة ممكنة.

ب- النقل بأسرع زمن ممكن.

ج- النقل فى اقل وقت ممكن.

موضحًا للشاحن مميزات كل من هذه البنود.

الحـل:

حيث أن المعادلة تنص على أن:

أقل عمق = الغاطس + الهبوط الظاهرى

أقل عمق = معطى بالجدول وهو ٣,٢ م

الغاطس = معطى بالجدول ١,٩ م للسفينة الأولى

الهبوط الظاهرى = من المعادلة: (معامل التكعيب × مربع السرعة) ÷ ١٠٠

معامل التكعيب = من الجدول

السرعة = من الجدول

الهبوط الظاهرى = $\frac{١٤ \times ١٤ \times ٠,٨٥}{١٠٠}$ **= ١,٦٦٦٠ م**

فى حالة أقل تكلفة ممكنة:

أقل عمق = الغاطس + الهبوط الظاهرى

فى هذه الحالة يجب أن يكون الغاطس كما هو بالجدول وهو ١,٩ م

٣,٢ = ١,٩ + ١,٦٦

أي أن: ٣,٢ = ٣,٥٦

أي أنه إذا أردنا للسفينة أن تبحر بالمعلومات المعطاة فى الجدول، فهذا لا يمكن حيث أن أقل عمق هو أقل من ناتج جمع الغاطس + الهبوط الظاهرى.

فما الذى يمكن أن تحل عليه هذا الطلب (أقل تكلفة ممكنة)، وهذا يعنى أن الغاطس يجب أن يكون كما هو ١,٩م لكي تصبح السفينة حمولة كاملة.

إذن لا يمكن الاقتراب من الحمولة فى المعادلة السابقة ولكن يمكن تقليل السرعة حتى يقل الهبوط بحيث يكون مقبولاً لمرور السفينة أثناء عمليات الإبحار، وهذا يعنى أن:

٣,٢ = ١,٩ + ؟؟؟

بمعنى أن الهبوط يجب أن يكون:

٣,٢ – ١,٩ = ١,٣ وليس ١,٦ كما فى الحل الأول.

فما هي السرعة المقابلة ليكون الهبوط مساويًا ١,٣؟

فى هذه الحالة يمكن أن نختار السرعة اللازمة، فمثلاً يمكن أن تقلل السرعة لتكون ١٢ كم/ساعة بدلاً من ١٤ كم/ساعة (حسب الجدول)

وبحل المعادلة الثانية:

أقل عمق = الغاطس + الهبوط الظاهرى

وفي هذه الحالة سيكون الهبوط الظاهرى محسوبًا على السرعة المقترحة وهي ١٢ كم/ساعة

$$\therefore \text{الهبوط الظاهرى} = \frac{\text{معامل التكعيب} \times \text{مربع السرعة}}{١٠٠}$$

$$= \frac{٠,٨٥ \times ١٢ \times ١٢}{١٠٠}$$

= ١,٢ م

من المعادلة:

أقل عمق = الغاطس + الهبوط الظاهرى

٣,٢ = ١,٩ + ١,٢ (الهبوط الظاهرى الجديد)

٣,٢ = ٣,١ وهذا يعنى أن هذه السفينة يمكن أن تحقق مبدأ الثقل بأقل تكلفة حيث أن هذه السفينة ستنقل حمولة تساوى ١,٩ م بسرعة قدرها ١٢ كم/ساعة حيث تكون الحمولة الكلية = الغاطس × تغير الغاطس ١ سم.

لا يمكن أن يتم تحويل الغاطس من متر إلى ١ سم حيث تعتبر الغاطس محسوبًا على السنتيمتر الواحد وهو = ١,٩ × ١٠٠ = ١٩٠ سنتيمتر

و = ١٩٠ × ١٤ طن = ٢٦٦٠ طن

وعندئذ إذا كان نولون الطن = ١ جنيه افتراضًا

فهذا يعنى أن الشاحن سينقل ٢٦٦٠ طن بقيمة إجمالية ٢٦٦٠ جنيه، وهذا يعنى أنه لا توجد خسارة فى حمولة السفينة وبالتالى تتحقق أقل تكلفة.

أما فى حالة أسرع زمن ممكن، فإن تخفيض السرعة سيكون أمرًا مرفوضًا لأنه لن يتحقق وبذلك تبقى السرعة كما هي كالمعطاة فى الجدول ونبدأ فى حل المسالة على هذا الأساس.

أقل عمق = الغاطس + الهبوط الظاهرى

٣,٢ = ١,٩ + ١,٦ (عند سرعة ١٤ كم/ساعة)

الغاطس الجديد = ٣,٢ – ١,٦ = ١,٦ م

فما هو الحمل الجديد الذى يمكن أن تحمله السفينة لتسير بسرعة ١٤ كم/ساعة

حيث أن تغيير الغاطس ١ سم هو ١٤ طن/١سم

فإن الحمولة الكلية = ٢٦٦٠ طن

المراد تخفيضه هو ٠,٣ م أي ٣٠ سم

الحمولة المراد تخفيضها = ٣٠ × ١٤ = ٥٢٠ طن

أي أن الحمولة المطلوبة = ٢٦٦٠ طن – ٥٢٠ طن = ٢١٤٠ طن.

بمعنى أنه إذا أردنا أن نسير السفينة بسرعة ١٤ كم/ساعة فإن الحمولة لابد أن تكون ٢١٤٠ طن، وفى هذه الحالة سيكون النولون مختلفًا عن الحالة السابقة ليكون ٢٦٦٠ جنيه، ولكن المنقول هو ٢١٤٠ طن فقط، وحتى يعوض مالك السفينة فرق استهلاك الوقود بالسرعة المعلنة.

أما فى حالة أقل وقت ممكن، ففى السطر التالية يمكن التوضيح:

السفينة رقم (١): تنقل ٢٦٦٠ طن عند سرعة ١٢ كم/ساعة

السفينة رقم (٢): تنقل ١٣٠٠ طن عند سرعة ١٤ كم/ساعة

فإذا كان الأمر كذلك فإن عدد السفن المطلوبة من السفينة (١) هي كالتالى:

$$\text{عدد السفن} = \frac{15000}{2660}$$

وهذا يعنى ٥ سفن + ١٧٠ طن تنقل فى سفينة أصغر

$$\text{الزمن/سفينة} = \frac{380}{12} = 31{,}7 \text{ ساعة}$$

الزمن/سفينة = ٣١,٧ × ٥ = ١٥٨,٥ ساعة

$$\text{عدد السفن} = \frac{15000}{1300} = 11 \text{ سفينة كاملة}$$

هذا بالإضافة إلى نقل ٦٩ طن بسفينة أخرى

$$\text{الزمن/سفينة} = \frac{380}{14} = 27{,}14 \text{ ساعة}$$

الزمن/سفينة = ٢٧,١٤ × ١١ = ٢٩٨,٥٤ ساعة

وفى هذه الحالة السفينة رقم (١) ستحقق اقل وقت ممكن رغم إبحارها بسرعة ١٢ كم/ساعة.

المواصفات الخاصة بالوحدات النهرية الحالية

من أجل تصنيف الوحدات النهرية فقد تم عمل تحليل بيانات بواسطة الحاسب الآلى لحوالى ١٢٨١ وحدة نهرية (ركاب- بضائع- دفاعات) واتضح لنا أن جميع الوحدات النهرية يمكن تقسيمها حسب البيان التالى:

المجموعة الأولى:

الطوال الكلى	١٢-١٦	متر
العـــــرض	٣-٤	متر
الغاطــــــس	١,٣-١,٤	متر

المجموعة الثانية:

الطوال الكلى	٤٤-٤٩	متر
العـــــرض	٧-٨	متر
الغاطــــــس	١,٧-١,٩	متر

المجموعة الثالثة:

الطوال الكلى	٥٩-٦٤	متر
العـــــرض	٩-١٠	متر
الغاطــــــس	١,٨-٢,١	متر

خصائص الصندل المدفوع

يمكن وزن بدن الصندل المرفوع وتحديد أبعاده الكلية وكذلك قطاعه الإنشائى، ونظراً لأن تصميم واتزان الوحدة النهرية تعتمد على نوع البضاعة المنقولة، ونظراً لأن غالبية البضاعة المنقولة (فى الوقت الحالى) هي بضاعة

صب فإنه يمكن حساب أقل قيمة لمعامل التستيف للبضائع Normal Stowage Factor بأنه حجم العنابر بالوحدة بعد استبعاد فتحات العنابر مقسوماً على وزن البضاعة، ويجب ألا يقل هذا المعامل عن ٠,٨٦٥م[٣] /طن، وحمولة الصندل التصميمية يمكن حسابها باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{حمولة الصنادل } (T_D) = \frac{\text{سعة العنابر}}{\text{معامل التستيف}} \text{ طن}$$

ولحساب الغاطس التصميمى للصندل من الوزن الكلى للصندل، معامل التكعيب والأبعاد الكلية للصندل.

الغاطس التصميمى = الوزن الكلى للصندل

= الطول × العرض × معامل التكعيب

حيث أن الوزن الكلى للصندل = وزن بدن الصندل + وزن التجهيزات + وزن الحمولة

ومعامل التكعيب = ٠٠,٥٨ فرضاً.

الوحدات الملاحية النهرية:

تتكون الوحدات الملاحية النهرية من الآتى:

١- وحدة ذاتية الحركة.

٢- وحدة ذاتية الحركة مصممة لدفع صندل بحرى.

٣- وحدة متكاملة من دافع ومدفوع.

٤- وحدة دافعة تدفع صندلين أو أكثر.

١- الوحدة ذاتية الحركة

يقصد بالوحدة ذاتية الحركة أنها وحدة متكاملة من ناحية عنابر الشحن التى تشحن بها البضائع والقواطيع المانعة لنقاط المياه لكي تساعد على الطفو عند حدوث غرق، وكذلك غرفة إعاشة للطاقم الذى يعمل عليها وغرفة خاصة للماكينات للتشغيل والصيانة بالإضافة إلى تنكات الوقود التى يخزن بها الوقود لتشغيل الماكينة طوال الرحلة النهرية، وربما تكون هذه الوحدة غير مصممة أو غير مأخوذ فى الاعتبار أنها سوف تقوم بعملية قطر أو دفع لوحدات عائمة أخرى مثل الصنادل.

٢- الوحدة ذاتية الحركة المصممة لدفع صندل بحرى

هذه الوحدة بالإضافة إلى ما سبق ذكره نجد أن تصميم بنائها أخذ فى الاعتبار قيامها بعملية الدفع أي لها تجهيزات خاصة بالجزء الأمامى فى مقدمتها لكي تقوم بعملية الدفع لوحدات أخرى عائمة ليس لها ماكينات.

٣- وحدة متكاملة من دافع ومدفوع

إن هذا النوع من الوحدات الدافعة له مواصفات خاصة فى تصميم البناء فنجد أن له عنابر شحنة تشحن بها البضائع وبها قوة ذاتية من ماكينة ورفاص صممت لتدفع وحدة أخرى ليس بها ماكينات وإنما لها نفس التقويات الخاصة عند بنائها ويوجد بها كراسى مثبتة أمامية أو خلفية لها تتساوى فى القوة والحجم والارتفاع مع مثيلتها الموجودة فى الوحدة الدافعة ثم تثبت بواسطة الرباط بالشوامى والحبال الخاصة لذلك طوال الرحلة النهرية.

٤- وحدة دافعة تدفع صندلين أو أكثر

هذه الوحدات صممت لعمليات الدفع فقط فليس بها عنابر شحنة الشحن وإنما بها ماكينة قوية صممت لعمليات الدفع وهى لها قدرة على دفع وحدة أو وحدتين طافيتين بهما عنابر لشحن البضائع المطلوب نقلها من مكان إلى آخر طوال الرحلة النهرية.

نظام الجر

فى هذا النظام يقوم جرار وهو عبارة عن وحدة مستقلة صممت لهذا الغرض بها ماكينة ورفاص وليس بها عنابر شحنة أيضاً بجر صندل أو أكثر ومن مميزات هذا النوع هو وجود قدرة الجر فى وحدة واحدة وبذلك يقل عدد الماكينات والرفاصات وأعمدة الإدارة وخلافه مما يقلل فى تكلفة نقل الطن/ ١كم مثلما الحال فى وحدات الرفع تماماً.

غير أن لهذا النظام بعض الصعوبات نظراً لوجود كل وحدة تحت قيادة مستقلة واحتمال اصطدام الوحدات ببعضها البعض عند الملاحة فى اتجاه التيار فى حالة توقف إحدى الوحدات الأمامية فجأة كما أن الأمواج الناتجة من حركة رفاص الجرار تصطدم بمقدم الوحدات المجرورة مما يزيد من مقاومتها للماء هذا بالإضافة إلى صعوبة الملاحة فى المنحنيات ذات الزوايا الحادة وهي تحتاج إلى مهارة خاصة عند ربطها فى اتجاه عكس التيار وهي عملية صعبة فى المياه الضيقة.

نظام الدفع

فى هذا النظام تقوم وحدة دافعة كما ذكرنا فى البند رقم (٣) من دفع وحدة أو أكثر من هذا النظام فتتلاشى مشاكل الوحدات فى نظام الجر فلا يوجد مقاومة أمامية ناتجة من نظام الجر وكذلك لا تتواجد أطقم كثيرة على الوحدات المدفوعة مما يقلل فى تكاليف نقل الطن/ كم، كذلك لا توجد ماكينات أو رفاصات للوحدات المدفوعة بواسطة الدفع.

وحيث أن الصنادل تربط ببعضها البعض بدون ترك مسافات بينها فإنه يمكن اعتبارها وحدة واحدة من الناحية الهيدروديناميكية لها نفس وزن الإزاحة لمجموعة الصنادل والدافع.

بعض المؤثرات التى تؤثر فى الملاحة النهرية

التيار

تتأثر الملاحة فى النهر أثناء عمليات الإبحار بقوة التيار واتجاهه فكلما زادت سرعة التيار كلما زادت سرعة الوحدات النهرية المبحرة فى اتجاه التيار من مكان إلى آخر والعكس صحيح، أما الملاحة فى عكس اتجاه التيار فتزداد المقاومة إلى حد كبير عند الإبحار مما يؤثر فى سرعة الوحدات النهرية المبحرة مما يؤثر فى عملية مناولة السفينة وكذلك مما يزيد من استهلاك الوقود للرحلة النهرية.

أما اتجاه التيار فهو ثابت فى نهر النيل وهو اتجاه سريان الماء من الجنوب إلى الشمال ولو أنه هناك تيارات أخرى ناتجة من سريان تيار الماء فى النهر مما يؤثر فى عملية النحر لأجناب النهر، وكذلك تيارات إعصارية

Eddy Current ناتجة من اصطدام التيار الأصلى للنهر بأحد الضفاف عند المنحنيات فالتيارات العكسية المرتدة تؤثر فى عمليات الملاحة عند عبور المنحنيات.

السرعة

تحدد حالة الممر المائى السرعة القصوى لوحدات النقل حتى يمكن تجنب زيادة المقاومة والهبوط Squat أو الغوص الظاهرى للوحدات ويعبر عن السرعة بعدد الكيلومترات المقطوعة فى الساعة كم/ساعة، ولذلك فإنه من المستحسن من الناحية الاقتصادية تحميل الوحدات بغاطس يسمح بمرور الوحدات فى هذه المناطق الحرجة بسرعة أقل من السرعة العادية للوحدة عند تحميل الوحدات بغاطس أقل.

أي أنه إذا أردنا زيادة السرعة فلابد من تقليل الغاطس أي تقليل لعدد الأطنان للبضاعة المطلوب نقلها خلال الرحلة النهرية أو زيادة التحميل مع تقليل فى السرعة من أجل ناتج اقتصادى أمثل لتقليل قيمة نقل الطن/ كم.

وتتراوح السرعة العادية للملاحة النهرية ما بين ١٠- ١٨ كم/ ساعة فى الممرات الملاحية.

المنحنيات

إن مجرى النهر به منحنيات كثيرة صنعها النهر على مدى التاريخ الطويل أثناء جريانه من الجنوب إلى الشمال ولهذه المنحنيات الفوائد والتأثيرات التالية:

١- تقلل سرعة التيار مما يقلل من عمليات النحر.
٢- تؤثر فى طول القافلة النهرية مدفوعة كانت أو مجرورة.
٣- تؤثر فى عمليات التوجيه فهي تحتاج إلى مهارة خاصة لعبورها بسلام.
٤- ارتطام التيار فى الجانب المواجه لخط سيره مما ينتج عنه وجود تيارات إعصارية.
٥- قوة التيار فى المنحنيات تنتج عنه قوة طاردة مركزية للماء والوحدات النهرية العابرة لهذه المنحنيات.

تقليل سرعة التيار

إن دخول الماء المندفع فى تيار مائى من ميل مستوى قاع النهر المنحدر تدريجياً من الجنوب إلى الشمال مما يؤثر فى تقليل النحر فى مكان وزيادته فى مكان آخر حيث أن التيار المائى يسير فى مجرى النهر بطريقة حلزونية Spiral Stream، فإذا كان المجرى مستقيماً طوال رحلة الماء الهابط من الجنوب إلى الشمال لتضاعفت قوته إلى أضعاف لا تمكن من استغلال النهر ملاحياً، ولا تبقى لأي أعمال موجودة فى مجراه مثل الكبارى والأهوسة، وسوف تزداد نسبة انصباب الماء عند مصبيه فى دمياط ورشيد مما يؤثر فى زيادة الفاقد من الماء بل ويشكل خطورة شديدة عند الفيضان على أجناب النهر.

تقليل طول القافلة النهرية

إن درجة انحناء المنحنى وزاويته تؤثر تأثيراً مباشراً على طول القافلة النهرية للوحدات المبحرة من مكان إلى آخر عبر هذه المنحنيات. فكلما زادت درجة المنحنى انحناء قل معه الطول للوحدات النهرية التى تشكل القافلة النهرية

وكلما اتسعت زاوية المنحنى وقل معها الانحناء كلما كان ذلك أفضل بالنسبة للقافلة النهرية مدفوعة كانت أو مجرورة.

تأثر عملية التوجيه للوحدات

إن القوة الطاردة المركزية الناتجة من دوران الماء داخل المنحنى تجعل الوحدات أثناء السير تميل للجنوح دائماً إلى السير فى المحيط الخارجى للمنحنى مما قد يؤدى إلى عمليات الشحط والجنوح، ولذلك يجب مراعاة خط السير عموماً للمرور بأمان من المنحنيات التى تعترض خط السير.

الإبحار فى وجود التيارات الإعصارية

التيارات الإعصارية الناتجة عن ارتطام تيار الماء فى جانب المنحنى المواجه له مما يخلق دوامات مائية فى هذه المنحنيات مما يجعل الإبحار فيها يحتاج إلى عناية مركزة للإبحار الآمن وفيها يتم زيادة السرعة للوحدات النهرية حتى يتم وجود تيار مائى من السرعة لتؤثر فى الدفة أثناء عمليات التوجيه.

تأثير دفع القوة الطاردة المركزية للتيار المائى للنهر

تؤثر القوة الطاردة المركزية للتيار المائى إلى دفع المياه فى اتجاه المحيط الخارجى للمنحنى مما يؤثر فى سرعة دوران الماء فى هذا الاتجاه، ويقل فى الاتجاه المقابل للمحيط الداخل للمنحنى مما يؤثر فى تغير شكل قاع النهر عند هذه المنحنيات لذلك يتم مراعاة ذلك عند الإبحار فى المنحنيات.

الغاطس Draught

يعبر عنه عادة بالجزء المغمور من الوحدة العائمة (سواء فى نهر أو بحر) فى الماء، ويزداد الغاطس بزيادة الأحمال المحمولة على الوحدات العائمة حتى يصل إلى خط التحميل الصيفى ويقل كلما قلت.

تغير الغاطس

يقاس تغير الغاطس لأي سفينة TPC بعدد الأطنان التى يمكن أن تزيد أو تقل بمقدار واحد سنتيمتر.

السطح الحر Free Board

هو الجزء الظاهر من الوحدة فوق سطح الماء وهو يتأثر ارتفاعاً أو انخفاضاً كلما زاد أو قل الغاطس، فكلما قل الغاطس زاد السطح الحر وكلما زاد الغاطس قل السطح الحر.

النقل بالممرات المائية الداخلية

مع زيادة تكاليف النقل ونمو الوعي بالمشاكل البيئية أصبح من الضرورى إعادة النظر فى النقل بالطرق المائية الداخلية كوسيلة لنقل البضائع العامة والحاويات، وحيث أنه من العسير تقديم تقديرات عامة صالحة لمستويات التكاليف المطلقة للنقل بالطرق المائية (تختلف بشكل كبير من بلد لآخر نتيجة للأوضاع المحلية) يمكن بيان التكاليف المتعلقة بالوسائل البديلة والتى بموجب هذه الظروف توجد مزايا منافسة فى مواجهة الوسائل الأخرى.

يمكن إقامة علاقة متنافسة مشابهة لتلك المبينة فى الشكل رقم (١) بين النقل بالسكك الحديدية والنقل بالطرق، بين النقل بالسكك الحديدية أو بالطرق المائية الداخلية، ومع ذلك علينا أن نعى أنه بينما يمكن إقامة علاقة بين تكاليف النقل ومسافة النقل، فلا يمكن تقديم بيانات صحيحة عن المسافات التى تصل معها التكاليف إلى حد تغطية النفقات، ولذا يجب إثبات كل حالة على حدة؛ ومع ذلك، يمكن القول أنه إذا أخذت تكاليف البنية الأساسية بعين الاعتبار فى مقارنة الكلفة فسوف تتغير العلاقة بين تكاليف وسائل النقل المختلفة بشكل كبير فى صالح النقل بالطرق المائية الداخلية فى هذه الحالة حيث تتوافر الملاحة فى الطرق المائية الطبيعية طوال العام، وفى هذه الحالات، ستقتصر تكاليف الاستثمار الأولية للبنية الأساسية على توافر المساعدات الملاحية ومرافق المحطات.

لا يمكن اعتبار التكاليف وتوافر الطاقة المعيار الوحيد للاستثمار، لأنهما يؤثران بشكل حاسم على توزيع البضائع على وسائل النقل المختلفة المتاحة فى داخل إجمالى نظام النقل لبلد ما أو إقليم ما؛ وقد جرى عقد مقارنات متعددة لكفاءة طاقة وسائل النقل المختلفة، وكانت نتائجها غالباً متناقضة وتعتمد على اهتمامات من قاموا بإجراء الدراسات، وبينما تقل مستلزمات الطاقة لكل طن/كيلومتر فى حالة النقل بالطرق المائية الداخلية عن النقل بالطرق البرية، تتراوح النتائج المقارنة للنقل بالسكك الحديدية ما بين ٨٠٪ إلى ١٤٠ ٪ من مستلزمات الطاقة للنقل بالسكك الحديدية لكل طن/كيلومتر؛ ويمكن تفسير هذا الاختلاف من خلال الافتراضات المتعلقة بحجم عدد الناقلات وقوة الجر المستخدمة فى النقل بالسكك الحديدية (بخار أو وقود أو كهرباء) وعوامل التحميل.

وتعتمد إلى حد كبير نتائج أي مقارنة للاحتياجات من الطاقة للنقل بالطرق المائية بالنسبة للنقل بالسكك الحديدية على ما إذا كانت هناك مقارنة لطاقة الجر فقط أو ما إذا كانت احتياجات الطاقة عند الاستثمار فى البنية الأساسية وعدد الناقلات تؤخذ أيضاً بعين الاعتبار، وبينما لا تستطيع التوصل إلى إجابة واضحة فى الحالة الأولى، تكشف الحالة الأخيرة عن ميزة واضحة للملاحة الداخلية، على الأقل بالنسبة للحالات التى تتوافر فيها الطرق المائية الطبيعية.

أما فيما يتعلق بمدى الثقة فى وسيلة النقل، باستطاعة النقل بالطرق المائية الداخلية الإيفاء بكل الاحتياجات الناتجة عن استخدام الحاويات، بشرط عدم وجود عوائق بالنسبة لصلاحية الطرق المائية للملاحة؛ وقد تشمل مثل هذه العوائق عدم الصلاحية للملاحة الموسمية وتحت هذه الأوضاع يصبح نقل الحاويات بصفة عامة غير ممكن أو تصبح الملاحة غير ممكنة خلال ساعات معينة فى اليوم، أي فى الليل مثلاً، ويمكن القضاء على العائق الأخير أو على الأقل تخفيفه من خلال توافر المساعدات الملاحية المناسبة؛ وبمجرد توافر شروط الملاحة، يمكن أن تتحقق الثقة من خلال تعديل الهياكل التنظيمية الحالية لتلبية احتياجات البضائع، ويتطلب هذا فى المقام الأول إدخال خدمات مختصة بالحاويات حسب جداول زمنية وتوافر البنية الأساسية الضرورية على البر لضمان أن يجرى النقل المتعدد الوسائط من الباب وإلى الباب والقيام بتوفير الخدمات للحاويات.

وقد تتأثر الثقة فى النقل بصورة سلبية فى الحالات التى يجرى فيها تفريغ سفن الطرق المائية الداخلية فى موانئ بحرية تستخدم محطات بحرية حيث تتمتع سفن أعالي البحار بأولويات فى الرسو. إلا أن، فى هذه الحالات أيضاً،

يجب ضمان تقليل التأثيرات العكسية الممكنة إلى أدنى حد من خلال تعاون وثيق أكبر فيما بين الأطراف المعنية أي الخط الملاحى ومشغلو المحطات البحرية والطرق المائية الداخلية.

وكما هو الحال فى حالة النقل بالسكك الحديدية، فقد أدى تزايد تكاليف النقل إلى إعادة النظر فى أهمية قصر مدد العبور، وحيث أن السرعة التى يمكن تحقيقها بالطرق البرية لا يمكن مقارنتها بسرعة سفن الطرق المائية الداخلية، لا تختلف مدد العبور بشكل كبير عن ما يحققه النقل بالسكك الحديدية وهي سريعة بما فيه الكفاية لنقل معظم الحاويات؛ وبناء على ذلك، ستوجد فى المقام الأول علاقة متنافسة بين السكك الحديدية والطرق المائية الداخلية، وفى أغلب الأحيان ما يبالغ فى بطء النقل بالطرق المائية الداخلية، كما يكشف عنه المثال التالى لمتوسط مدد العبور المحققة لوسائل نقل متعددة على طول خط رئيسى طوله ٣٥٠ كيلو متراً أو على طول نهر الراين:

- النقل بالشاحنات: ٧ ساعات.
- قطار بضائع كامل: ٨ ساعات.
- عربة فى قطار بضائع سريع: ١٥ ساعة.
- عربة فى قطار بضائع تقليدى: ٣٧ ساعة.
- النقل بالطرق المائية الداخلية ضد التيار (نهر الراين): ٣٥- ٤٠ ساعة.
- نقل بالطرق المائية الداخلية مع التيار: ٢٠- ٢٥ ساعة.

وتؤدى كل من سفن الطرق المائية الداخلية والسكك الحديدية خدمات النقل من محطة إلى أخرى على طول الخط الرئيسي؛ ويجب أن يترك

التوزيع الخير إلى النقل بالشحنات؛ ويجب أن تكون الحالة كذلك حتى إذا كان موقع المرسل أو المرسل إليه على طول الطرق المائية، ما لم يكن عدد الحاويات كافياً بحيث يجعل القيام برحلات أخرى تستحق ذلك؛ وأخيراً، فيما يتعلق بمرونة الخدمات، تتمتع الطرق المائية الداخلية ببعض المزايا أكثر من الطرق البرية بالنسبة لمرات الإبحار التى يمكن القيام بها فى أي وقت، بينما على الطرق البرية يجب أن تأخذ فى القيود المفروضة لحاجة تكامل الخدمات الإضافية بعين الاعتبار فى جداول مواعيد القطارات.

دور الطرق المائية الداخلية فى شبكة النقل

يعتبر النقل بالطرق المائية الداخلية أقدم وسائل نقل البضائع بكميات كبيرة من داخل البلاد وإليها، وهكذا فقد أدى التقدم السريع فى تكنولوجيا وسائل النقل المتنافسة وسياسات النقل الوطنية الموجه نحو تشجيع النقل بالسكك الحديدية والطرق البرية، فى بعض البلدان، إلى عدم الاهتمام النسبى بالنقل بالطرق المائية الداخلية، وقد صاحب عدم الاهتمام هذا فى بعض الحالات أو عجل به، سياسة متعمدة أدت إلى تدهور نوعية البنية الأساسية المتاحة وبالتالى خدمات النقل.

أما فى بلدان أخرى، وخاصة فى القارة الأوربية، لم تتوقف عملية تنمية النقل بالطرق المائية الداخلية، بل اعتبرت الطرق المائية الحديثة وسائل حيوية للتنمية الاقتصادية. ونتيجة لذلك، استمرت عملية تنمية النقل البحرى الداخلى ليس فقط فى الطرق المائية الطبيعية بل أيضاً فى القنوات الصناعية وهذا التطور أدى إلى امتصاص نسبة كبيرة من الاستثمار من إجمالى الاستثمارات فى البنية الأساسية للنقل.

ولا تتوافر بيانات قاطعة عن استخدام الطرق المائية فى النقل الداخلى فى البلدان النامية، ومع ذلك، تشير المعلومات المتناثرة المتاحة إلى إهمال شبكات الطرق المائية الداخلية بشكل عام، ولا يشير هذا كثيراً إلى إمكانية النقل لشبكات الأنهار الحالية نفسها كما تشير إلى ضرورة تكامل الطرق المائية فى نظام النقل الكلى لبلد ما أو فى إطار دولى أو شبه إقليمى يتصل بشبكة خاصة بالطرق المائية، ويرجع هذا فى كثير من البلدان النامية إلى سياسة حكومية نشطة لتعزيز وسائل أخرى للنقل.

وتتاح بعض الإحصائيات فى بعض البلدان فقط، ونجدها فى الجدول رقم (١)، وعلى الرغم من أن هذه الأرقام تعطينا إشارة عن حجم وحصة البضائع المنقولة فى كل بلد على حدة، إلا أنها لا تكفى لتحديد صلاحية النقل بالحاويات على صفن الطرق المائية الداخلية لأن المعلومات لا تشير إلى نوعية النقل ودرجة استخدام سعات البنية الأساسية.

لقد استخدم النقل بالطرق المائية الداخلية عادة فى النقل الرخيص للسّلع الأساسية السائبة ذات الأحجام الكبيرة منخفضة القيمة مثل الركائز والفحم والأسمدة والحبوب وما إلى ذلك، ويرجع السبب فى نقل مثل هذه البضائع إلى الاستفادة إلى أقصى حد من المزايا الملازمة للنقل بواسطة الطرق المائية الداخلية أي القدرة على حمل أحكام كبيرة من البضائع بتكاليف منخفضة فى مواجهة وسائل النقل المنافسة، وتعادل هذه الفوائد إلى درجة ما السرعة المنخفضة نسبياً، الأمر الذى جعل هذه الوسيلة غير جذابة بالنسبة لأنواع معينة من البضائع تتطلب السرعة فى التسليم.

ولا يحدد نوع البضائع اختيار السفن كوسيلة للنقل على الطرق المائية الداخلية فقط، بل أيضاً الموقع الجغرافى لمرسل البضائع و المرسلة إليه؛ وتقع الصناعات الثقيلة بصفة خاصة على طول الطرق المائية لتجنب تكاليف النقل الباهظة إلى وسائل النقل الداخلية الأخرى وبالتالى ينخفض إجمالى تكاليف النقل إلى أدنى حد ممكن، ونتيجة لذلك، لا تشمل فى أغلب الأحيان الطرق المائية الداخلية نظام النقل الشامل، بينما عملية التكامل فيما بين الوسائل المتنافسة – كالسكك الحديدية والطرق البرية – قد تم تكاملها أو على الأقل جرت محاولة لتكاملها.

جدول (١-١)

النقل بالطرق المائية الداخلية فى بلدان نامية مختارة

البلد	السنة	البضائع المنقولة (بآلاف الأطنان)
بنجلاديش	١٩٧٦	١٦٠٠,٠
بورما	١٩٧٨	١١٠٠,٠
بوروندى	١٩٧٨	١٦٦,١
جمهورية أفريقيا الوسطى	١٩٧٢	١٨٩,٠
توجو	١٩٧٦	٥٠٠,٤
غينيا – بيساو	١٩٧٣	٣,٢
أندونيسيا	١٩٧٦	٢٨٠٠
ملاوى	١٩٧٣	٣١,٧
موزمبيق	١٩٧٣	٥٠,٦
السودان	١٩٧٤	٩١,٠
زائير	١٩٧٢	١٠٣٥,٨

ملاحظة:

بالنسبة لكثير من البلدان النامية التى لديها شبكات من الطرق المائية، فلا تتوافر عنها إحصائيات شاملة عن النقل، ويرجع هذا فى بعض الحالات إلى غياب النظام الإعلامى، إلا أنه فى كثير من الحالات تنعكس حقيقة أن النقل بالطرق المائية الداخلية فى هذه البلدان مقصور إلى حد كبير على النقل المحلى، ولأغراض المقارنة، وصلت كمية البضائع المنقولة بالسكك الحديدية فى بنجلاديش والسودان وزائير فى نفس السنوات الواردة فى الجدول إلى ٢,٩ مليون طن و٢,٦ مليون طن و٦,٥ مليون طن على التوالى.

يعتبر تخطيط النقل بالطرق المائية الداخلية مسألة غاية فى التعقيد لأنه يجب النظر إليها كجزء متكامل من تخطيط موارد المياه، ويؤدى استخدام نهج مفصل فى بعض الحالات ليس فقط إلى رفض مشروع ما، وخاصة عندما يكون المطلوب استثمارات كبيرة لتحسين الملاحة النهرية أو شبكة الطرق المائية، بل أيضاً إلى إهمال مشروعات تنمية الطرق المائية التى تعتمد كل منها على الأخرى، ومن ثم، القيام بتحسين قناة نهرية مثلاً لن يحقق فوائد للنقل بالطرق المائية الداخلية فقط، بل يصبح فى نفس الوقت عنصراً فى التنمية الشاملة لحوض النهر؛ ونتيجة لذلك، يجب أن يكون النهج المتبع هو تخطيط مشروع متعدد الأغراض، وبصرف النظر عن الملاحة فى الطرق المائية، تتجمع فوائد عديدة من جراء القيام بمشروع ما فيما يتعلق بالإمداد بمياه الشرب، التحكم فى الفيضانات، الزراعة، توليد القوى، مصايد الأسماك، التسلية والاستجمام.

وبمجرد الانتهاء من أولويات الاستثمار فى نطاق خطة لسياسة النقل طويلة الأجل، يجب القيام بجرد البنية الأساسية وعدد الناقلات الموجودة، لأن

بدون هذا الجرد لا يمكن القيام بإجراء تخطيط سليم. ويجب أن يشمل هذا الجرد النواحى الكمية مثل طول الطرق المائية وعدد السفن وكذلك النواحى الكيفية بما فى ذلك حالة البنية الأساسية والسفن وأهم من ذلك أداء النقل؛ وكقاعدة عامة ستنشأ صعوبات كبيرة فى الحصول على مثل هذه البيانات، وعادة لا تكون هناك أية مشكلة لإيجاد طول الطرق المائية الحالية، لأن معظم سفن الطرق المائية الداخلية ملكية خاصة وتسجل فى حالة توافر بعض شروط معيدة مما يجعل مهمة التعرف على سعة النقل الموجودة مسالة صعبة وتستغرق وقتاً طويلاً، وإذا نظرنا إلى نقل الحاويات فقط، فيمكن تخفيض هذه المشكلة لأن المطلوب هو توافر حد أدنى للمستويات الكيفية للسفن، والتمسك بهذه الشروط يضمن التسجيل وبالتالى تسهيل مشكلة التحليل الكمى للأسطول.

وفى أغلب الأحيان تواجه المشكلات الرئيسية عند محاولة التعرف على تدفقات الطرق ومؤشرات أداء الأساطيل، ونتيجة لعدم توافر البيانات الحديثة والكاملة عن حركة النقل فى الموانئ الداخلية، وكذلك الافتقار إلى نظم لوضع التقارير عن الشحن الذى ينقله ملاك السفن المتعددون يجعل من مسألة التخطيط عملية صعبة للغاية؛ وبدون إتاحة البيانات الأساسية هذه، والنظر فى العوامل الكيفية الأخرى مثل تكاليف النقل والوضع المالى لمختلف العناصر التى يشملها النقل بالطرق المائية الداخلية والعمالة وما إلى ذلك، يظل العمل قائماً على التخمين.

وعلى عكس النقل بالسكك الحديدية، يكاد يستحيل الحصول على مؤشر لمستوى أداء النقل بالطرق المائية فى البلدان النامية على أساس مقارنته

بالمستوى العالمى، وبصرف النظر عن الصعوبات العامة التى تنشأ من الاختلافات الكيفية للنقل فى شبكات الطرق المائية الداخلية المتعددة، يعوق مثل هذه المقارنة الافتقار إلى البيانات بصفة عامة، وفى حالة وجودها، الافتقار إلى قاعدة مشتركة للبيانات.

وقد تؤثر الصعوبات المتعلقة بالحصول على الجرد أو قاعدة للبيانات نوعية عملية التخطيط كلها، ولخفض حد الخطأ، فمن المفيد والمرغوب فيه استخدام فريق خبراء للحصول على صورة كاملة لكل العوامل الكيفية والكمية بتكلفة معقولة وخلال فترة من الزمن معقولة، توضع على أساسها التوقعات الخاصة باحتياجات النقل بالطرق المائية الداخلية، ولغرض هذه التوقعات، يجب ترجمة أنماط الإنتاج فى المستقبل والصادرات والواردات والاستهلاك بالنسبة لاحتياجات النقل الكلية، ويجب أن يتبع ذلك تخطيط لتوزيع البضائع على وسائل النقل المختلفة والدور الذى يلعبه النقل بالطرق المائية الداخلية فى عملية النقل كلها.

وتختلف توقعات وتخطيط النقل بالطرق المائية الداخلية إلى حد ما عن تخطيط الطرق البرية والسكك الحديدية وذلك لأن الطرق المائية الطبيعية مقيدة بأماكن محددة، وبالتالى تقل نسبياً اختيارات التخطيط الخاصة بالمساحة، إلا أن هذا لا يقلل من الحاجة إلى القيام بعملية التخطيط بعناية حيث أن خطر سوء توزيع الموارد يزداد مع قلة مرونة وسيلة النقل.

ويعتبر مدى التخطيط طويل الأجل لتنمية موارد المياه بصفة عامة ما بين ١٥ إلى ٢٥ سنة، ومن ناحية أخرى، قد يصل العمر الاقتصادى لعدد الناقلات إلى

خمسين عاماً أو يزيد، وبالتالى يظهر الصراع المحتمل بين الطلب على التخطيط الطويل الأجل والتوقعات، وبين الطلب على تقسيم حيزى وهيكلى لتدفقات نقل البضائع، ويمكن تخفيف هذه المشكلة من خلال اختيار درجة أعلى من المرونة لأسطول النقل بالطرق المائية الداخلية.

إحتياجات البنية الأساسية

عندما يكون نقل الحاويات ومن ثم توسع النقل بالطرق المائية الداخلية متمشين مع سياسة النقل الشاملة، يجب اتخاذ قرارات حول حجم الاستثمار المطلوب وذلك بناء على الوضع الحالى لنظام النقل وتدفقات البضائع المتوقعة، وتتعلق قرارات الاستثمار بالطرق المائية والمحطات والوصلات الموحدة والوسائل المكملة وبعدد الناقلات.

إحتياجات الطرق المائية

لا تفرض عملية نقل الحاويات على سفن الطرق المائية الداخلية كثيراً من الاحتياجات الخاصة على شبكة الطرق المائية أكثر مما يتطلب المر نقل البضائع السائبة أو البضائع العامة غير المعبأة فى وحدات نقل نمطية. وبالتالى فاحتياجات الاستثمار التى وردت فى هذا النص تشير إلى الحد الأدنى من المستويات التى تضمن استمرار الملاحة لأحجام وأنواع معينة من السفن، بصرف النظر عن البضائع المحمولة.

ويتطلب استخدام الطرق المائية الطبيعية فى النقل أولاً إزالة العوائق من مجارى المياه التى تتكون، فى البلدان النامية، من التغيرات الموسمية فى مجارى المياه والطرق المتعرجة ذات المنحنيات الحادة وعدم استقرار قيعان

الأنهار والقيود الخاصة بالغاطس والمنحدرات ومساقط المياه. وتثير تنمية مثل هذه الطرق المائية لضمان صلاحية الملاحة مشاكل هيدرولوجية وهندسية خطيرة تتضمن استثمارات هائلة، يحدد مستواها بالنسبة لكل مشروع على حدة، والاختلافات فى العمل الواجب تنفيذه يجعل أي محاولة لوضع تقديرات عامة مسألة لا معنى لها.

وبغض النظر عن اعتبارات الملاحة العامة، يتعلق الحد الأدنى من الاحتياجات الواجب تحقيقها لاستيعاب السفن التى تحمل عادة الحاويات بالحد الأدنى لعمق الطرق المائية، والحد الأدنى لعرض الطرق المائية، والحد الأدنى للارتفاع الرأسي للجسور، والحد الأدنى لعرض مناطق الدوران، والحد الأدنى لمعدات المساعدات الملاحية.

وعلاوة على ذلك، تبين الخبرة الأوربية فى نقل الحاويات بالطرق المائية الداخلية أن العمليات الممكنة اقتصادياً محدودة فى الطرق المائية الطبيعية حيث لا يتوقف النقل نتيجة وجود أهوسة، أما فى الطرق المائية الصناعية فتوجد عادة أهوسة تؤخر العمليات بشكل كبير، وكقاعدة، تحد من الحد الأعلى لحجم السفن المستخدمة.

الحد الأدنى لعمق الطرق المائية

يشكل عادة الحد الأدنى للعمق المتغير الحاسم فى الأنهار الطبيعية، ولذا يجب أن يكون العمق كافياً ليسمح للسفن ذات الأحجام "العادية" بالعمل بسرعة اقتصادية والسماح للسفن الأكبر بالاستمرار فى إبحارها، حتى ولو بسرعة منخفضة، ويجب أن تأخذ العلاقة المعقدة بين سرعة السفينة

واحتياجات العمق بعين الاعتبار؛ ولذلك يمكن أن يكون أقل عمق معتمد على الآتي:

أقل عمق = الهبوط + غاطس السفينة

فإذا كان المطلوب أن يتحقق النقل بسرعة عالية حيث سيزيد الهبوط، فلابد من تقليل الحمولة الكلية للسفينة والعكس صحيح، إذا كان المطلوب هو زيادة كمية المنقول فلابد من تقليل السرعة حتى يقل الهبوط وبالتالى يمكن أن يقاس أقل عمق يمكن أن تسير فيه السفينة تبعًا للآتى:

١- مواصفات السفينة من حيث الطول - العرض - الغاطس.
٢- السرعة المعلنة التى يمكن أن تبحر بها السفينة.
٣- سرعة تدفق المياه داخل الممر (شدة التيار).

والحد الأدنى لأنصاف أقطار المنحنيات وهو دالة طول السفينة. أما فى حالة المجرى الفردى فيجب أن تكون أنصاف الأقطار تساوى على الأقل ن = ٦ × ل، أما للمجرى المزدوج ن = ١٠ × ل. ويجب ألا يقل الحد الأدنى بين المنحنيات عن ٢ × ل للمنحنيات التى تتجه نفس الاتجاه و٣ × ل للمتجهة فى عكس الاتجاه.

وإحتياجات العرض للمنحنيات أكبر من المطلوبة عادة فى الأقسام التى ليس بها منحنيات، وتوضع المعادلة التالية التقريب فى زيادة العرض (ع) للطرق المائية الفردية أو المزدوجة:

$$\Delta \text{ (دلتا) ع} = \frac{\text{ل}^{٢}}{\text{ن}^{٤}} \text{ للطريق الفردى والمزدوج}$$

Δ (دلتا) ع = $\frac{ط^{٢}}{ن^{٤}}$ للطريق المزدوج

حيث:

ل : الطول

ع : العرض

ن : نصف القطر

الحد الأدنى للارتفاع الرأسى للجسور

يجب أن يكون الارتفاع الرأسى للجسور ٠,٥ متراً على الأقل فوق أعلى ارتفاع للسفن المتوقع أن تمر تحت الجسر فى حالة الصابورة.

الحد الأدنى لعرض مناطق الدوران

تختلف احتياجات عرض مناطق الدوران فى حوض النهر طبقاً لإمكانية وضع مقدمة السفينة رأسية فى شاطئ الطريق المائى، وإذا كانت هذه هي الحالة، يجب أن يكون عرض الأحواض النهرية ١,٢ × ط على الأقل، وإلا فالمطلوب أن تكون ١,٥ إلى ٢,٠ × ط.

الحد الأدنى لمعدات المساعدات الملاحية

لا يمكن تقرير الحد الأدنى من الاحتياجات من المساعدات الملاحية بشكل عام لأن هذا يعتمد على الأوضاع المحلية إلا أن لضمان عدم توقف تدفق الحاويات، من الضرورى توافر المساعدات الكافية لضمان الملاحة فى النهار والليل تحت الأوضاع العادية، فإذا تطلب نقل الحاويات استخدام سفن أكبر وأسرع من السفن العاملة حالياً، قد لا تكفى المساعدات الملاحية الموجودة

سابقاً، كالعوامات والإشارات الضوئية المركبة على طول القناة والشاطئ، ولذا يجب تركيب نظم حديثة أكثر لتواكب التطورات التى تحدث فى الأساطيل سواء بالإضافة أو الإحلال.

تصنيف الطرق المائية

لأغراض الإشراف على الطرق المائية وصيانتها، يجب وضع نظام للتصنيف يضمن تنفيذ هذه المهمات بكفاءة ونظام، ويمكن أن يقوم نظام التصنيف هذا على أساس خواص الطرق المائية أو السفن التى ستذهب جيئة وذهاباً فيها. ويبين الجدولان (٢) و(٣) أمثلة لهذه الإمكانيات.

تكاليف البنية الأساسية

يعتبر نقل الحاويات بالطرق المائية الداخلية دخلاً جذاباً للبلدان التى فيها طرق مائية طبيعية صالحة للملاحة، وفى هذه الحالات تقتصر احتياجات الاستثمار فى البنية الأساسية إلى تركيب المساعدات الملاحية الضرورية وتوافر مرافق للمحطات، وتتراكم تكاليف أكثر لصيانة الطرق المائية مما يصعب معه تحديد مستواها ولكن يعتمد على مسائل مثل ترسب الغرين وما يترتب عليه من احتياجات الجرف والإضرار بالأرصفة وما إلى ذلك، يجب النظر إلى الطرق المائية الداخلية ليس فقط على أساس أنها تقوم على خدمة احتياجات النقل، بل يجب النظر إلى التكاليف بنظرة أوسع لتشمل تنمية حوض النهر، وليس مجرد ما يتعلق بنقل البضائع بصفة عامة والحاويات بصفة خاصة.

جدول (١-٣)

تصنيف الطرق المائية فى بنجلاديش

النوع (*) العمق (بالأقدام)	١٣	٩	٦	٤,٥	٣	الإجمالى
الأول	٣٩٠	٥٥	١٤٥	٣٠	–	٦٢٠
الثانى	–	١٦٠	١٢٥	٢٠٠	–	٤٨٥
الثالث	–	٥٥	٥٥٠	٢٦٥	١٨٠	١٠٥٠
الإجمالى	٣٩٠	٢٧٠	٨٢٠	٤٩٥	١٨٠	٢١٥٥

(*) طرق النوع الأول من الأهمية بمكان لضمان حدود معقولة للعمق المشار إليه، وإذا دعت الضرورة يستخدم الحفر، وهذه الطرق مزودة بالمساعدات الملاحية. وطرق النوع الثانى مهمة أيضاً، ولكن ليس إلى الحد الذى يضمن العمق، وهي مزودة بالمساعدات الملاحية، وطرق النوع الثالث عبارة عن ممرات إقليمية هامة، ويجرى التفتيش على القنوات بانتظام وفى بعض الحالات توجد علامات إرشادية على طول القنوات.

إحتياجات السفن

قد تكون الاحتياجات التقنية والمالية ضرورية لضمان صلاحية الملاحة فى الطرق المائية على أساس مستويات تفرضها حاجات نقل الحاويات كبيرة، لا تفرض السفن فى حد ذاتها، كقاعدة، أي عوائق كبيرة على نقل الحاويات فى الطرق الدولية، فالنقل النهرى الخالص، يمكنه استخدام السفن التقليدية والصنادل شريطة أن تكون عنابرها كبيرة بحيث تستوعب الحاويات، وتحتاج إلى معدات خاصة العمليات التى تتطلب نقل مقطورات أو نقل حاويات بين البحر والنهر.

ويمكن نقل الحاويات فى صنادل كجزء من مجموعة صنادل مدفوعة فى صنادل مقطورة أو فى سفن بها محركات ذاتية الدفع، ويجب أن يكون القرار باستخدام أي من هذه البدائل قائماً على الممارسات العادية للنقل فى شبكة الطرق المائية موضوع البحث واحتياجات مشغلى الأساطيل وخبرتهم فى هذا الصدد وكذلك احتياجات طرق النقل بالحاويات؛ وبينما يكون من الأفضل إدارة عمليات الحاويات على أساس خدمات مقدمة من محطة إلى أخرى دون توقف، فإنه يمنع نقل الحاويات فى صندل واحد من بين مجموعة من الصنادل فى النهاية التردد على الموانئ لأن ذلك يؤدى إلى تأخيرات مكلفة وغير ضرورية للبضائع ومعدات القطار بأكمله.

وتعطى الأشكال (٢)، (٣) و(٤) تفاصيل للصندل والسفن المستخدمة فى النقل النهرى للحاويات، فبينما الصندلين فى الشكل (٢) و(٣) (أوروبا النوع الأول وأوربا النوع الثانى) هما من النوع المتعدد الأغراض ويختلفان أساساً فى الأبعاد، تعتبر السفينة فى الشكل رقم (٤) ذات تصميم جديد، وقد بنيت خصيصاً لنقل الحاويات.

تختلف سعات النقل لهذه الأنواع الثلاثة المختلفة من الناقلات بشكل كبير مع عوامل منخفضة نسبياً لاستخدام الفراغات وخاصة التى يحققها كلا النوعين من الصندل المتعدد الأغراض، وتصل نسبة استخدام فراغات الأرضية للصنادل من نوع أوروبا الأول ٦٢٪ فقط عندما تحمل حاويات سعة ٤٠ قدماً ونسبة ٦٩٪ عندما تحمل حاويات سعة ٢٠ قدماً وعندما تكون النسبة ٧٩٪ لنوعي الحاويات سعة ٢٠ قدماً و٤٠ قدماً يعتبر عامل الاستخدام مرتفعاً بالنسبة لنوع أوروبا الثانى.

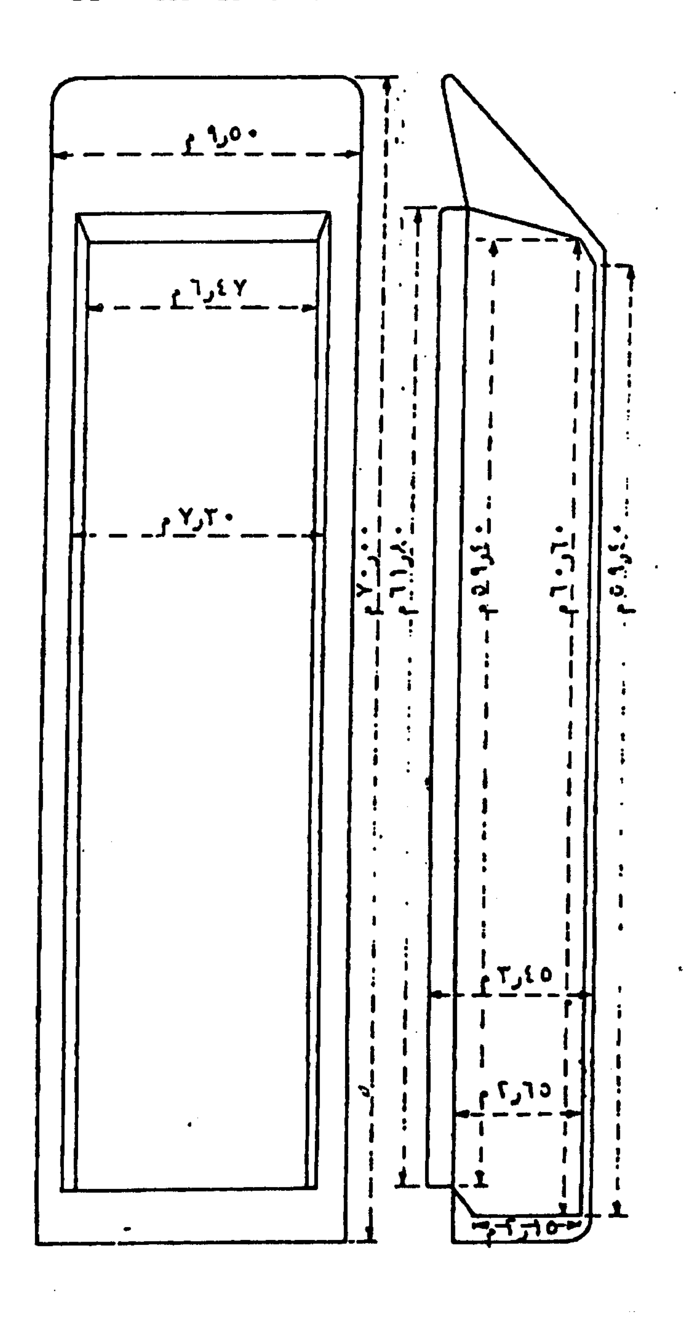
جدول (٣)

نظام التصنيف طبقا لأنواع السفن القياسية

أسلوب عرض الطرق المائية الدولية في الخرائط	نوع الطريق المائي	السفن القياسية: الوصف	الطول (بالأمتار)	عرض السفينة (بالأمتار)	الغاطس (١) (بالأمتار)	سعة النقل الى العمق المشار اليه في العمود٦ (بالأطنان)	قاطرات صنادل: التشكيل	سعة النقل الى العمق المشار اليه في العمود٦ (بالأطنان)	الطول الاجمالي (٢) (بالأمتار)	مدى سعة كل سفينة طبقا للاحصائيات الدولية للنقل الداخلي (بالأطنان)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
ألف — الطرق المائية ذات الأهمية الوطنية										
	الأول	بنش	٣٨٫٥٠	٥٫٠٠	٢٫٢٠	٣٠٠				٢٥٠ — ٤٠٠
	الثاني	كمبنسار	٥٠٫٠٠	٦٫٦٠	٢٫٥٠	٦٠٠				٤٠٠ — ٦٥٠
	الثالث	نوع د ورتمند إمس	٦٧٫٠٠	٨٫٢٠	[illegible]	١٠٠٠				٦٥٠ — ١٠٠٠
باء — الطرق المائية ذات الأهمية الدولية										
	الرابع ألف	المواعين الأوروبية النوع الثاني	٧٦٫٥٠	١١٫٤٠	٢٫٥٠	١٦٦٠		١٦٦٠	٩٥ — ١٠٥	١٠٠٠ — ١٥٠٠ نوع الصنادل الأوروبية: ١٢٥٠
	الرابع باء							٣٢٢٠	١٧٢ — ١٨٥	
	الخامس				٢٫٥٠	٢٥٢٠		١٠٠٨٠	١٧٥ — ١٩٠	١٥٠٠ — ٣٠٠٠
	السادس							١٥١٢٠ وأكثر	٢٦٠ وأكثر	٣٠٠٠ وأكثر

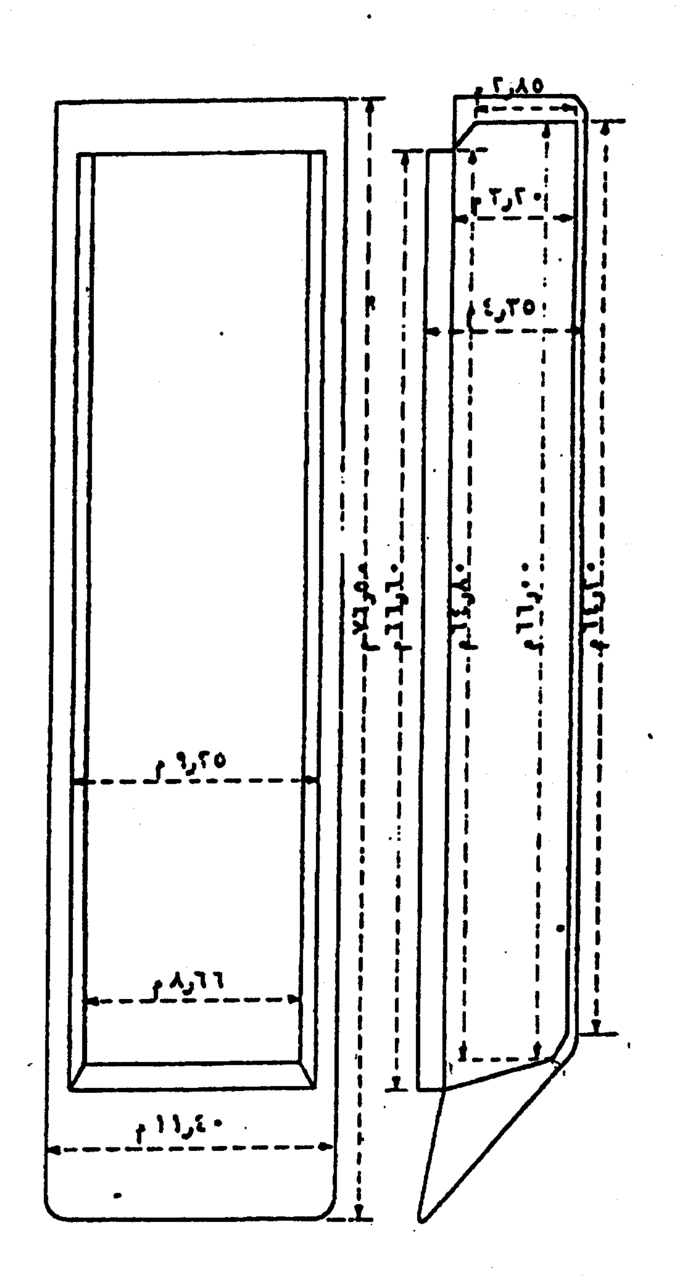
شكل رقم (٢)

خواص تصميم صنادل من نوع أوروبا الأول



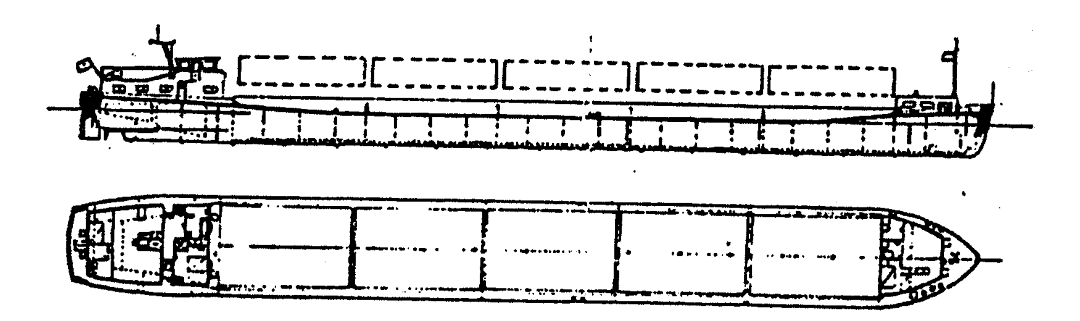
شكل رقم (٣)

خواص تصميم صنادل من نوع أوروبا الثاني



شكل (٤)

الترتيبات العامة لسفن الحاويات



وقد تم حديثا تصميم لنقل الحاويات على الطرق المائية الداخلية والخصائص الرئيسية لهذه الأنواع من السفن والترتيبات العامة لها الواردة في الشكل هي التالية :

الطول الكلي	٩٠ مترا
العرض الكلي	٩,٥٠ مترا
العمق	٣,٠٠ أمتار
الغاطس	٢,٨٠ مترا
سعة الحمولة الكلية	١٥٣٠
سعة الحاوية	٩٠ من الحاويات ذات حجم مقداره ٢٠ قدما منها ٤٥ حاوية كل منها ذات حجم مقداره ٤٠ قدما .

لا يشكل نقل الحاويات مشاكل خطيرة فيما يتعلق بالسفينة نظراً لهدوء المياه النسبى حيث يمكن تستيف الحاويات المنقولة على ارتفاعين فى عنابر السفن دون أية أخطار، وفى حالة التستيف على ثلاثة طبقات، تحتاج الطبقة الثالثة إلى تثبيتها بمزلاج فى وصلة الزاوية. وبالإضافة يجب مراعاة أن الطبقة الثالثة للحاويات قد تقلل الرؤية فى غرفة القيادة وللتغلب على هذا العائق يثبت جهاز هيدروليكى يسمح بارتفاع غرفة القيادة على السطح الرئيسى للسفينة.

وقد تم حديثاً تصميم سفن مخصصة لنقل الحاويات على الطرق المائية الداخلية، والخصائص الرئيسية لهذه الأنواع من السفن والترتيبات العامة لها الواردة فى الشكل هي كالتالى:

الطول الكلى ٩٠ متراً

العرض الكلى ٩,٥٠ متراً

العمق ٣,٠٠ أمتار

الغاطس ٢,٨٠ متراً

سعة الحمولة الكلية ١٥٣٠

سعة الحاوية ٩٠ من الحاويات ذات حجم مقداره ٢٠ قدماً منها
٤٥ حاوية كل منها ذات حجم مقداره ٤٠ قدماً

سعة الوقود ٤٥ متراً مكعباً

الدفع ٢ × ٥٦٥ كيلوات

ويصل حجم الاستثمار لهذا النوع والحجم من السفن إلى حوالى ١,٥ – ٢ مليون دولار.

وبالمقارنة بالطرق البرية والسكك الحديدية، تعتبر احتياجات الاستثمار لمعدات النقل منخفضة نسبياً؛ ويقارن الجدول (٤) كفاءة الاستثمار فى القاطرات والصنادل بقاطرات وعربات السكك الحديدية فى الولايات المتحدة الأمريكية ولو أن الأرقام تشير إلى النقل بصورة عامة إلا أنها تعطى مؤشراً صالحاً أيضاً بالنسبة لنقل الحاويات؛ وإذا كانت المقارنة قائمة على أسعار ١٩٧٠ مما يجعل مقارنة التكاليف مجردة وقديمة بعض الشئ إلا أن مقارنة كفاءة الاستثمار كما تتوقع أرقام التكاليف لكلا وسيلتي النقل قد تطورت بشكل مماثل طوال السنوات الـ ١٠ الماضية.

جدول (١-٣)

كفاءة الاستثمار فى معدات النقل بالسكك الحديدية والطرق المائية

مقارنة عربات بضائع السكك الحديدية بالصنادل:

	(١) عدد الأطنان للأميال المنقولة للعربة الواحدة أو الصندل الواحد العامل عام ١٩٧٠	(٢) متوسط التكاليف (الجديدة) للعربة الواحدة أو الصندل العامل عام ١٩٧٠	(٣) عدد الأطنان + الأميال فى السنة لكل دولار (العمود ١+ العمود ٢)
عربات بضائع السكك الحديدية	٥٢٣٠٤٨	١٥٦٢٥ دولار	٣٣,٥
الصنادل	٨٢٧٧٢٥٠	٩٠٠٠٠ دولار	٩٢,٠

مقارنة قاطرات الديزل بزوارق القطر:

	(١) عدد الأطنان للأميال الدافعة لقوة الحصان للوحدة الواحدة المستخدمة عام ١٩٧٠	(٢) متوسط التكاليف لكل قوة حصان من الوحدات الجديدة المستخدمة عام ١٩٧٠	(٣) عدد الأطنان / للأميال فى السنة لكل دولار (العمود ١÷ العمود ٢)
قاطرات الديزل	١٥٣٦٥	٤٨,٩٠ دولار	١٨١,٩
زوارق القطر	٥٥٣٤٢	٢٧٥,٠٠٠ دولار	٢٠١,٢

إحتياجات محطات الطرق المائية الداخلية

بالنسبة للطرق المائية الداخلية الصالحة للملاحة فى الوقت الحاضر، يشكل الافتقار إلى المحطات الداخلية العائق الرئيسى -بل غالباً الوحيد- لنقل الحاويات فى البلدان النامية، وتتكون غالباً الموانئ الحالية من أرصفة خشبية لا يوجد عليها معدات رفع حيث يقوم عمال غير مهرة بمناولة البضائع. وإذا تركنا التأثيرات الإيجابية على العمالة جانباً، تظل هناك حقيقة أن مثل هذه العمليات تعانى من عدم توافر الكفاءة.

ويمثل إتاحة المرافق الكافية للمحطات العنصر الرئيسى من إجمالى احتياجات الاستثمار لنقل الحاويات فى الأنهار. ويعتبر تخطيط المحطات على أساس سليم، ليس فقط فى إطار نظام النقل النهرى، بل فى إطار عملية النقل ككل، مسألة ضرورية للغاية، وكشرط ضرورى لنجاح التخطيط والعمليات، يجب منح السلطة لجهاز واحد يكون مسؤولاً عن تناول المسائل المتعلقة بالموانئ الداخلية لضمان التعاون الوثيق مع المؤسسات الأخرى المسؤولة عن وسائل النقل الأخرى لضمان تكامل المحطات مع شبكة النقل فى كل البلاد؛

والمسائل الحيوية التى يجب النظر فيها عند تخطيط المحطات هي المتعلقة بما يلي: مواقع المحطات، تخطيط وسائل النقل المتعددة، حجم المحطات ونوعها، معدات المحطات.

مواقع المحطات

قد يكفى إنشاء محطة واحدة أو سلسلة من المحطات، فى بعض الحالات الاستثنائية، كل ذلك يتوقف على حجم المساحة التى ستقوم على خدمتها وحجم البضائع المنقولة، ويعتمد عدد المحطات فى مثل هذه السلسلة على وسائل النقل المتعددة وعلى العلاقة التنافسية للوسائل الأخرى فى الخط الرئيسى.

عند تحديد المسافة المثلى بين المحطات يجب أن تأخذ التكاليف الإضافية للتوزيع بعين الاعتبار وخاصة مع زيادة المساحة بين المرسل أو المرسل إليه والميناء الداخلى، لأنها تعوض مزايا تكاليف الخط الرئيسى المائى لأن مسألة النقل النهرى فى النهاية سواء بالشاحنات أو السكك الحديدية أو كلاهما مسألة أقل تكلفة بالنسبة لإجمالى تكاليف النقل.

وعند تحديد المواقع الإقليمية للمحطات، يجب اختيار المواقع المحلية طبقاً للمعايير التالية التى من الضرورى أن تتوافق مع المعايير الخاصة باتخاذ القرار المتعلق لمحطات وسائل النقل الأخرى، وهي:

- الوصلات الحالية للطرق أو السكك الحديدية، والتكاليف المتعلقة بتوافر مثل هذه الوصلات، والعوامل الكيفية مثل سعة الطرق البرية والسكك

الحديدية وكثافة حركة النقل وما إلى ذلك يجب أيضاً أن تأخذ فى الحسبان.

- متوسط مسافة النقل للطرق البرية والسكك الحديدية.
- إمكانيات التوسع فى المرافق.
- الاستثمارات الضرورية فى البنية الأساسية والبنية الفوقية.
- توافر المرافق العامة.
- إحتياجات الحفر.

تخطيط وسائل النقل المتعددة

كما هو الحال فى نقل الحاويات بالسكك الحديدية، يحتاج النقل بالطرق المائية الداخلية بشكل عام إلى تعاقب وسيلة نقل أخرى من أجل التوزيع النهائى، ويختلف تخطيط المحطات تبعاً للوسيلة التى ستنقل بها الحاويات، ومن ثم يتضمن العناصر الخاصة بمحطات السكك الحديدية أو الطرق البرية؛ وبصفة عامة يمكن القول أنه إذا كان التوزيع النهائى يجرى لمسافة محدودة، ففى الإمكان استخدام النقل البرى، إلا أن من الممكن استخدام السكك الحديدية لنقل الحاويات لمسافات أطول بواسطة قطارات نقل الحاويات، وفى هذه الحالات سيجرى تقسيم الخط الرئيسى بين وسيلتين تاركين مهمات التوزيع النهائى إلى محطة السكك الحديدية النهائية.

حجم المحطات وأنواعها

يعتمد حجم المحطات وأنواعها وكذلك المعدات على عدد الحاويات التى يجرى مناولتها ووسائل النقل التى تقوم على خدمتها، ولبناء محطة متخصصة يجب أن يكون الحد الأدنى لمناولة الحاويات حوالى ٣٠٠٠ صندوق سنوياً،

وإذا لم يتم التوصل إلى الحد الأدنى هذا، فيجب مناولة الحاويات فى أرصفة بضائع عامة بشروط توافر معدات رفع كافية.

ومع زيادة عدد الحاويات التى يجرى مناولتها يجب بناء محطة متخصصة، ويبين الشكل (٥) التخطيط الممكن والمعدات الخاصة لمثل هذه المحطة، ويصل الحد الأقصى لسعة محطة مثل هذه مع معدات كالمبينة فى الشكل حوالى ٢٠٠٠٠ حاوية فى السنة.

وإذا تم تركيب معدات المناولة طبقاً لهذا التصميم وإذا سمح تخطيط المحطة بذلك، يصبح الحد الأدنى من احتياجات الحاويات ٣٠٠٠ حاوية ليس بالضرورة أن تكون من الحاويات المنقولة بالطرق المائية فقط، بل قد تشمل نقل الحاويات المنقولة بالسكك الحديدية. أما فيما يتعلق بتخطيط المحطة والبنية الأساسية يتطلب الأمر إنشاء خط قضبان حديدية واحد على الأقل تحت المرفاع القنطرى المستخدم فى نقل الحاويات.

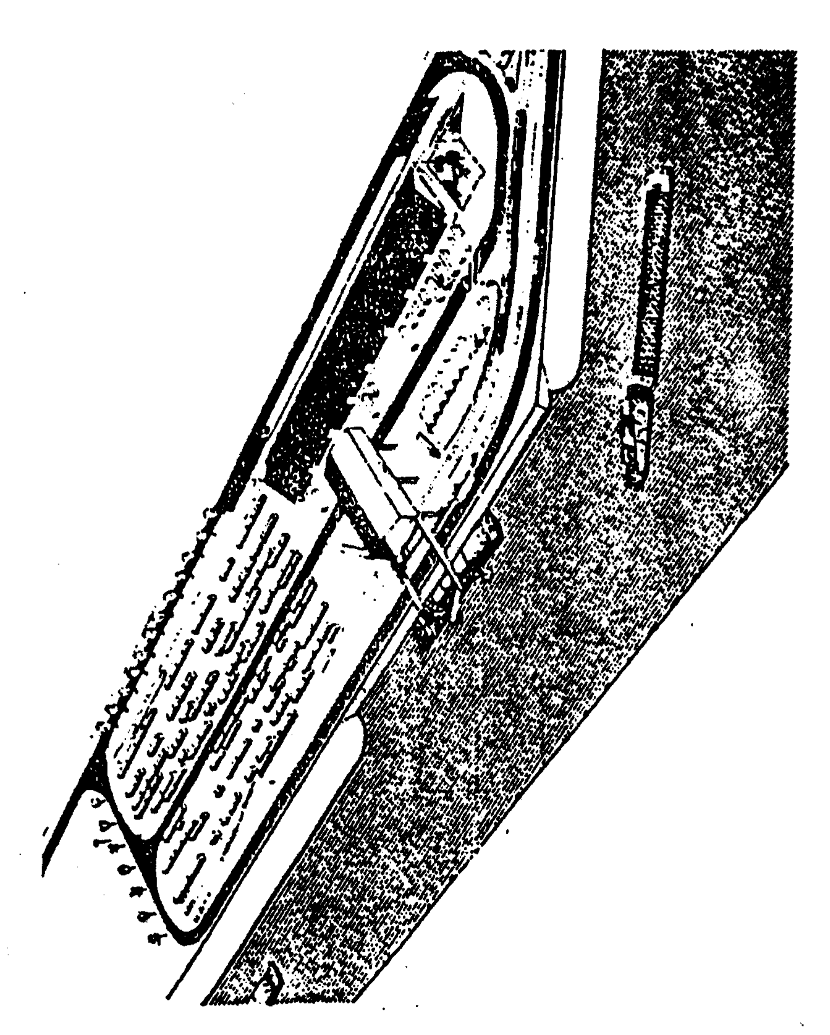
أما احتياجات البر المحاذى للماء، فيجب إنشاء حائط رصيف يتوقف طوله على خواص السفن التى تتردد على المحطة فإذا افترضنا سفناً سعتها ما بين ٩٠ - ١٠٠ ذات حجم عشرين قدماً كحد أدنى للحجم الذى يمكن استخدامه اقتصادياً يتطلب لمحطة لها رصيف واحد أن يكون طوله ١٥٠ متراً وأن يكون عمق الماء المضمون ٣,٥ متر على الأقل.

أما الاحتياجات الدنيا للمنزلق الأرضى للمحطة كما يبينها الشكل (٥) والتى تعمل بها مواقع شوكية فتبلغ حوالى ٤٠٠٠٠ متر مربع، ويمكن رصف سطح

مساحة المحطة بالحصى المضغوط بحيث يصبح من القوة لتحمل أحمال

الشكل (٥)

تخطيط محطة نهرية عامة (ميناء ستراسبورج)



المرافع الشوكية إلى مقدار ٧٠ – ٨٠ طناً يتوقف على وزن وسعة معدات الرفع، ويجب أن تكون المساحة تحت المرفاع القنطرى للحاويات ممهدة.

وليس من المستطاع تحديد الاحتياجات الإجمالية للاستثمار بصورة عامة لأن ذلك يعتمد على عوامل متغيرة مختلفة قد تختلف من حالة إلى أخرى، وهي تشمل: تكاليف الحفر، إذا دعت الضرورة إلى ذلك، تكاليف وصلات المرافق العامة، تكاليف وصلات السكك الحديدية والطرق البرية. وإذا لم تؤخذ هذه المتغيرات بعين الاعتبار ومع افتراض أن المحطة تبنى على أرض غير رخوة لا تتطلب حشواً كثيراً للوصول إلى سعة التحميل الضرورية، قد تصل التكاليف المباشرة لمحطة من النوع والحجم الوارد فى الشكل (٥) حوالى ٥ – ٨ ملايين دولار.

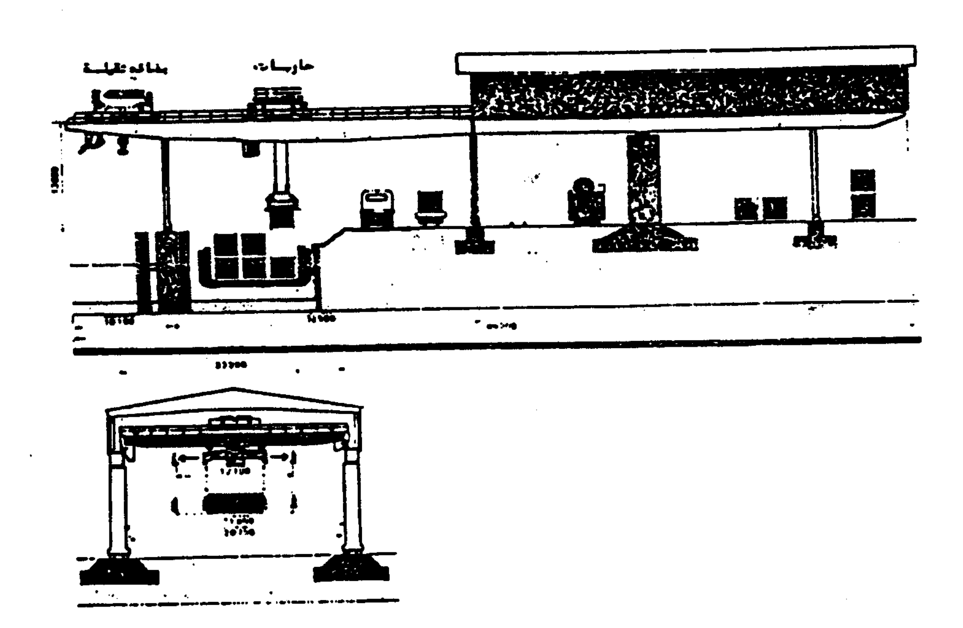
٤-معدات المحطات

تتكون الأجزاء الرئيسية للمعدات المطلوبة لمحطة طريق مائى داخلى من مرفاع قنطرى للحاويات لنقلها من السفن الداخلية وإليها، وإذا دعت الضرورة، من محطة السكك الحديدية وإليها، وهذا المرفاع إما أن يكون ثابتاً أو متحركاً على قضبان، وقد يستخدم لرفع البضائع الثقيلة والحاويات إذا دعت الضرورة إلى ذلك، ويجب أن يكون الحد الأقصى لسعة الرفع لمرفاع الحاويات ٣٠ طناً على الأقل ليتمكن من نقل حاويات ذات أبعاد مقدارها ٤٠ قدماً.

ويعطى الشكل (٦) مثالاً لمرفاع قنطرى لنقل البضائع الثقيلة والحاويات يستخدم فى ميناء ستراسبورج، ويمكن استخدام هذا المرفاع فى مناولة

شكل (٦)

مرفاع قنطري لنقل البضائع والحاويات (ميناء ستراسبورغ)



الحاويات من السفن وإليها أو من عربات السكك الحديدية وإليها، ويمتد فوق ثلاثة قضبان وطريق واحد، والمرفاع مزود بامتداد ذاتى متداخل يتميز بمؤشرات الأداء التالية:

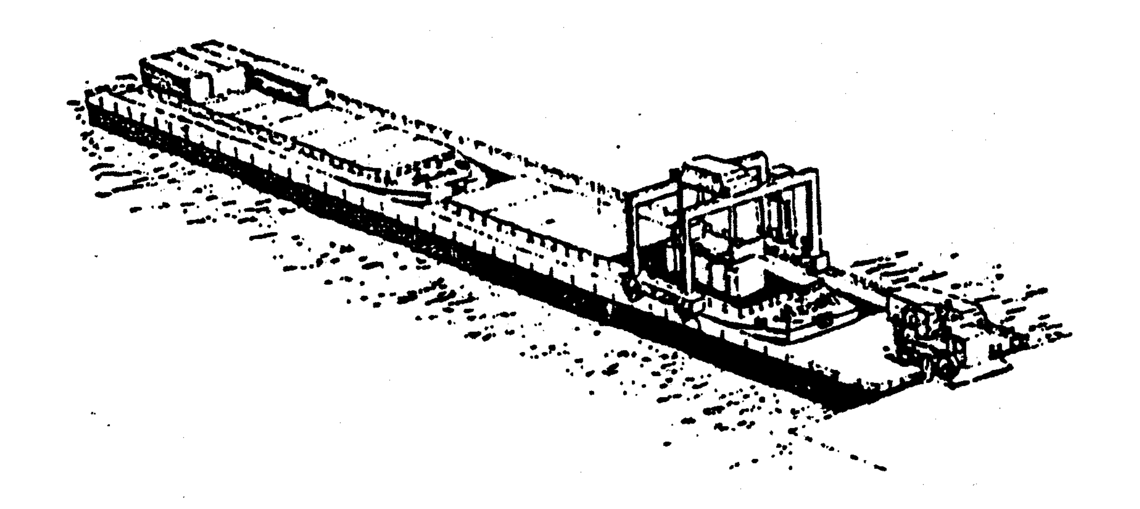
	لرفع ٢٢ طن	لرفع ٤٠ طن
سرعة الرفع	١٨ متراً فى الدقيقة	٩ أمتار فى الدقيقة
سرعة التحرك الطولية	١٠٠ متراً فى الدقيقة	١٠٠ متراً فى الدقيقة
سرعة التحرك المستعرضة	٢٠ متراً فى الدقيقة	٢٠ متراً فى الدقيقة
سرعة الدوران	٠,٥ دورة فى الدقيقة	٠,٥ دورة فى الدقيقة

وتصل مصاريف رأس مال مثل هذا المرفاع حوالى ٢ مليون دولار؛ وكما هو الحال فى محطات السكك الحديدية الداخلية، تشكل الاستثمارات فى معدات النقل العبء الرئيسى وخاصة للمحطات الصغيرة؛ وتؤدى التكاليف المرتفعة للاستثمار مع معدلات منخفضة لاستخدام السعة إلى تكاليف مرتفعة لنقل حاوية واحدة، والتى قد تعوض المزايا التى قد يتم الحصول عليها من الخط الرئيسى للطرق المائية.

ولتخفيض تكاليف المناولة، بذلت محاولات لإقامة معدات نقل متحركة، وقامت شركة فنلندية بتصميم محطة عائمة تظهر خصائصها الأساسية فى الشكل (٧).

شكل رقم (٧)

محطة نهرية عائمة

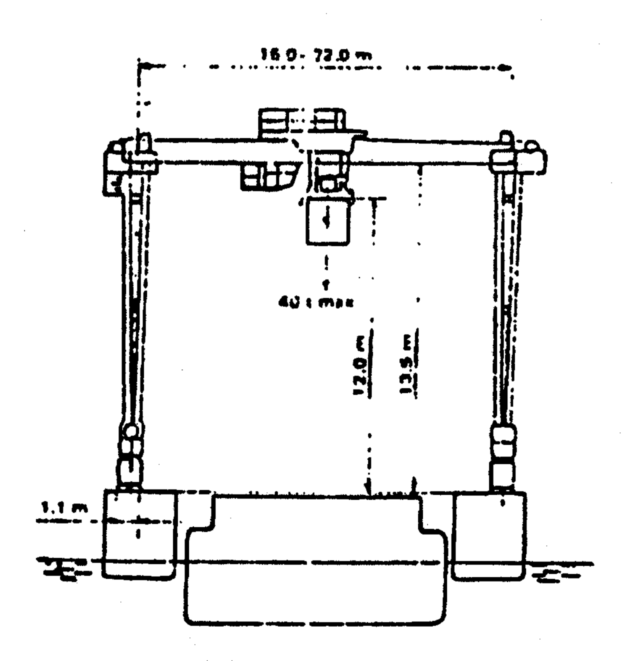


وتتكون المحطة العائمة من زورقين من الصلب مسطحى القاع ومتوازيين موضوعين فى الزاوية اليمنى للشاطئين فى حالة صالحة للعمل، ويثبت بهما معبران فى نهاية كل منهما وكذلك خزانات الصابورة، ويمكن تعديل المسافة

بينهما لتناسب نوع الصنادل أو السفن الداخلية التى سيجرى مناولتها، إلا أن امتداد المرفاع القنطرى المتحرك على الزورقين يعوق تعديل العرض؛ وتعوق المنصتان التى يمكن فصلهما الزورقين من الحركة فيما بينهما، وتقوم المنصة الخارجية للزورق بدور البوابة، ويحمل الزورقان مرفاع قنطرى متحرك ذو إطارات من المطاط له سعة رفع مقدارها ٤٠ طناً وامتداد حده الأدنى ٢٢ متراً؛ ويبين الشكل (٨) الأبعاد الرئيسية للمرفاع.

شكل رقم (٨)

الأبعاد الرئيسية لمرفاع قنطري متحرك



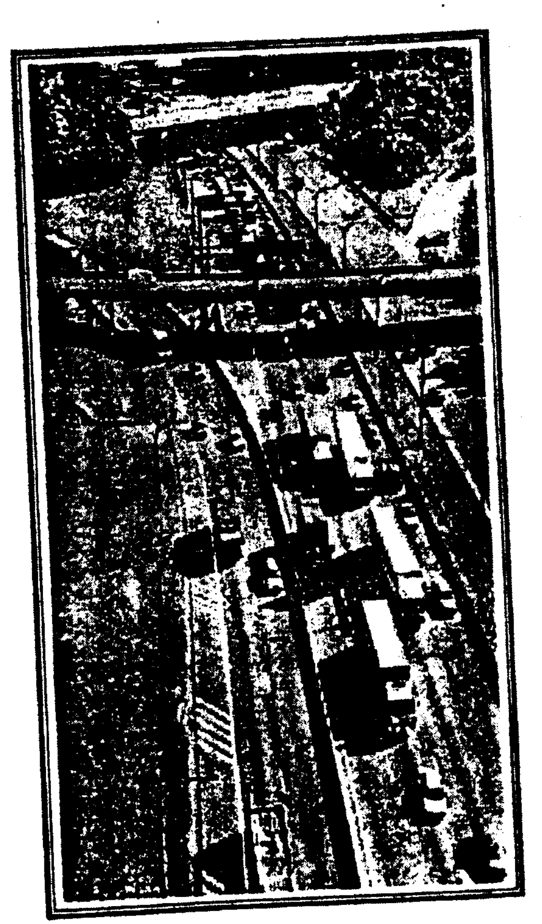
والخواص الرئيسية للمرفاع القنطرى هي:

- سعة الرفع: ٤٠ طناً.
- السرعة القصوى للتحرك دون أحمال: ١٣٥ متراً فى الدقيقة.
- السرعة القصوى للتحرك بالأحمال: ٩٠ متراً فى الدقيقة.
- ارتفاع الرفع: ١٢ متراً
- الحد الأقصى للعرض الخالى من الداخل: ٢٢ متراً.
- وزن الحمل: ٦٥ طناً.

ويختلف عدد الحاويات التى يجرى مناولتها فى الساعة ما بين أربعة وستة، بناء على طول مسافة النقل على الرصيف.

ويمكن قطر أو دفع المحطة القابلة للانطواء (حوالى ١٠ أمتار عرضاً) إلى المكان المطلوبة فيه حيث لا تشكل أبعادها أية مشاكل لأنها لا تزيد عن أبعاد السفن أو الصنادل التى تقوم على خدمتها، وغاطس الزوارق هو ٠,٦ متر فقط، وتكاليف الاستثمار لهذا النوع من المحطات حوالى ٢ إلى ٢,٥ مليون دولار.

الباب الثاني



النقل بالسيارات

مقدمة

يعتمد النقل بالسيارات اعتماداً أساسياً على شبكة الطرق الممتدة فى أي بلد على الكرة الأرضية لأنه بدونها لا يصلح النقل بالسيارات.

وحيث أن النقل بالسيارات هو أفضل أنواع النقل إذا ما قيس بعنصر التوصيل من الباب إلى الباب، ليس هذا فحسب، بل أن النقل بالسيارات يسمى بالعامل الوسيط فى جميع أنواع ووسائط النقل حيث أنه يستخدم طريقة رئيسية فى عمليات الشحن والتفريغ لعناصر النقل الأخرى مثل السفن والسكك الحديدية، ولذلك تعتنى الدول بإنشاء الطرق وتوصيلها بالأنفاق أو الكبارى العلوية من أجل تسهيل حركة السيارات وتخفيف حدة التكدس فى المرور بالذات داخل البلد وخارجها، كما أصبحت الطرق أداة لقياس التقدم فى جميع الدول نظراً لما تحمله من مؤثرات على عمليات النقل المختلفة منفردة أو مجتمعة.

ولذلك يتأثر موقع الطريق وأجزائه التصميمية لدرجة كبيرة بطبوغرافية الأرض وظواهرها الطبيعية.

ويعتبر النقل بالطرق البرية على نطاق واسع حديث المنشأ عند مقارنته بالوسائل الأخرى للنقل الداخلى، ومع ذلك، فقد حظي النقل بالطرق البرية بأهمية كبرى، وهو يشكل الآن فى معظم البلاد الأساس لنظم النقل وخاصة نقل البضائع العامة ذات القيمة المرتفعة، ويلعب النقل بالطرق البرية أيضاً دوراً حاسماً فى تنمية معظم البلدان، ويرجع ذلك إلى قدرته على خلق شبكات للطرق بصورة أسهل من وسائل النقل الأخرى وبالتالى يعزز التنمية المتوازنة بين مناطق البلد.

ويمكن أن تكون العلاقة بين الطرق البرية ووسائل النقل الداخلى الأخرى، وخاصة النقل بالسكك الحديدية علاقة إحلال وتكامل على السواء، ومعنى ذلك أن وسائل النقل المختلفة على الطرق الرئيسية يمكن أن تتنافس فيما بينها، بينما النقل بالطرق البرية يكمل عادة الوسائل الأخرى من خلال القيام بمهمات التوزيع النهائى أو جمع بضائع المرسل أو المرسل إليه دون الارتباط بشكل مباشر بالنقل بالسكك الحديدية أو بالطرق المائية الداخلية.

الطبوغرافيا والظواهر الطبيعية

تؤثر الطبوغرافية على التخطيط للطريق المختار مثل الانحدارات، مسافة الرؤيا، القطاعات العرضية التصميمية، التلال والوديان، الانحدارات الشديدة، الأنهار والبحيرات وهي عنصر مؤثر فى اختيار الطريق.

تؤثر أيضاً الحالات الجيولوجية على موقع الطريق المختار وعناصره الهندسية، فهناك أنواع معينة من التربة مثل الطينية والرملية والجيرية أو المياه الجوفية وحالات أخرى تحت السطح تحول دون عمل قطاعات منخفضة، أو تحتاج إلى إنشاء جسر مرتفع؛ وفى حالات كثيرة من التربة يؤثر فيها الصرف الزراعى مما يجعل من الضرورى رفع المنسوب التصميمى عن منسوب الأرض المجاورة.

كما أن الأماكن الزراعية، الصناعية، التجارية، السكنية وأماكن النزهات لها تأثير أيضاً على التصميم المقترح للطريق.

وبالتالى فإن المعلومات الخاصة بالطبوغرافية والأرض يجب الحصول عليها فى المراحل المتقدمة للتخطيط والتصميم، وحتى يمكن أن نتفادى العوائق المذكورة، ولذلك فإن المساحة الجوية تسهل تجميع هذه البيانات وكذلك الخرائط الطبوغرافية مقاس ١: ٥٠٠٠ أو ١: ١٠٠٠ حيث تؤدى هذا الغرض.

إن الخرائط ذات مقياس الرسم الأكبر مفيدة جداً للطرق الأكثر أهمية ولتلك التى فى الأراضى المتموجة أو الأماكن المأهولة بالسكان، وحتى يمكن تحديد المسار المطلوب وتجنب العقبات، فإنه يستخدم لهذا الغرض خرائط ذات مقياس رسم ١: ٢٥٠٠، وحتى يتم إعداد المسقط الأفقى النهائى تستخدم خرائط ١: ١٠٠٠، وللتفاصيل الدقيقة يستخدم مقياس رسم ١: ٢٠٠.

إن المعلومات المتعلقة بالطبوغرافيا مثل قيمة الأرض والمبانى، بالإضافة إلى بيانات المرور الحالى والمستقبلى تكون الضابط الرئيسى للتصميم.

أنواع الطرق

تنقسم الطرق إلى الأنواع التالية:

١- الطرق السريعة

وهي طرق شريانية مقسمة لخدمة المرور الطوالى، وهي ذات تحكم كامل أو جزئى، وعادة ما تكون تقاطعاتها الرئيسية فى مستويات منفصلة مثل طريق القاهرة/ الإسكندرية الصحراوى، القاهرة/ الإسماعيلية الصحراوى، القاهرة/ الإسكندرية الزراعى... إلخ.

٢- الطرق الحرة

وهي طرق سريعة شريانية ذات تحكم كامل ولا توجد عليها أي تقاطعات في نفس المستوى إذ أن جميع تقاطعاتها ستتم عبر الكبارى والأنفاق.

٣- الطرق الرئيسية

وهي طرق شريانية عليها تقاطعات على نفس المستوى وهي الطرق التى تربط عواصم المحافظات أو عاصمة المحافظة بالمدن الرئيسية فى تلك المحافظة وهي طرق الدرجة الأولى.

٤- الطرق المحلية

وهـي طـرق تـربط المـدن ببعضـها الـبعض أو مـع القـرى الـتابعة لـلمحافظة والمرصوف منها درجة ثانية وغير المرصوف درجة ثالثة أو رابعة.

تأثير الطرق على عمليات النقل المختلفة

إن عمليات النقل المختلفة والتى تتم لاستكمال دوائر التشغيل فى عمليات النقل المختلفة تتأثر تأثراً بالغاً بأنواع الطرق التى سيستخدمها العاملون فى النقل من أجل تحقيق أقل زمن تستكمل به واسطة النقل أعمالها، ولذلك فإن عمليات النقل الداخلى تؤثر تأثيراً مباشراً سلبياً أو إيجابياً على زمن الرحلة البحرية وهي تظهر واضحة فى المعادلات التالية:

زمن الرحلة البحرية = زمن الإرشاد + زمن البقاء بالميناء + زمن الشحن + زمن التفريغ+ زمن الإبحار.

وحيث أن عمليات الشحن والتفريغ تتأثر بشدة عند استخدام وسائل النقل الداخلى البرى وذلك حتى تتم دوائر التشغيل السليم من أجل تحقيق عائد اقتصادى أمثل، فإن للطرق المستخدمة عامل مهم لا يمكن تجنبه من حيث الزمن المفقود أثناء حركة السيارات من وإلى الميناء لإتمام عمليتي الشحن والتفريغ.

وليس المقصود هنا تأثير الطرق على عمليات تشغيل الرحلة البحرية بأنها الطرق الداخلية للميناء أو الطرق الخارجية فحسب، وإنما الطريق الذى يقصد التعبير عنه هو الطريق الذى يمكن أن يستخدم بجميع أنواعه من طريق سريع أو حر أو رئيسى أو حتى طريق من طرق من مكان إنتاج السلعة وحتى الوصول بها إلى مكان السفينة بالميناء.

تأثير المرور على عمليات النقل المختلفة

يعتمد تصميم الطرق على بيانات المرور للطريق المطلوب تصميمه، وهي تبين لنا مستوى الخدمة المنشودة من التحسينات الجارى عملها كما تؤثر تاثيراً مباشراً على الأجزاء الهندسية للطريق كالعرض، التخطيط، الانحدارات.... إلخ.

وتصميم الطريق بغير معلومات كافية عن حركة المرور هو كتصميم كوبرى بدون أية معلومات عن الأوزان وعدد العربات المفروض أن يستوعبها؛ وبالتالى فإن البيانات الخاصة بحركة المرور هي التى تضمن لنا أن الطريق سوف يؤدى وظيفته المطلوبة منه وأنه سوف يتحمل الحركة عليه بكفاءة وأمان حاضراً ومستقبلاً وأن تصميمه وإنشاؤه سيجريان على أساس إقتصادى سليم.

كمية المرور Traffic Volume

١- متوسط المرور اليومى (م. م. ى A.D.T)

Average of Day Traffic

إن وحدة القياس المناسبة لتقدير وبيان كمية المرور على الطريق هي متوسط المرور اليومى خلال العام (م.م.ى) وهي تساوى مجموع المرور للسنة الواحدة مقسوماً على ٣٦٥ لتحصل على كمية المرور المتوسطة لليوم الواحد.

ومعرفة (م.م.ى) لها أهميتها فى أغراض عديدة كتقدير الاستعمال السنوى الذى تبرر به المبالغ اللازمة للمشروع أو تصميم العناصر الإنشائية للطريق؛ وعلى أي حال فإن استخدامه فى عمل التصميم الهندسى للطريق غير مناسب، إذ أنه لا يوضح التغيرات الهامة التى تحدث فى كميات المرور خلال السنة، فقد تتجاوز (م.م.ى) فى أيام كثيرة بحيث أن الطريق الذى نصممه على (م.م.ى) يصبح عرضة لكميات من المرور أكبر بكثير من الكمية التصميمية فى فترة طويلة من العام؛ كما أن قياس هذا المعدل لا يعطى وصفًا دقيقًا لحالة المرور فى حالات الذروة أو حالات الخلوة، ولذلك فإذا ما طلب قياس متوسط المرور بدقة، فلابد من إعادة عمليات الحساب بدقة لبيان كميات المرور فى كل حالة على حدة.

٢- كمية المرور لساعة الازدحام العليا وكمية المرور التصميمية فى الساعة (م.ت.س D.H.V)

ما دمنا نبغي خدمة المرور بشكل حسن، فإنه يلزمنا فى أعمال التصميم استخدام فترة زمنية قصيرة، فكما أن كميات المرور تتغير من يوم لآخر، فهي أيضاً تتغير فى الفترات القصيرة خلال اليوم، وهذا قبل موعد خروج الموظفين أو موعد خروج المدارس والجامعات وما يستتبع ذلك من زيادة فى كثافة

المرور، وهي زيادة لحظية، بمعنى أن ذلك يتم فى ساعات محددة فى الصباح أو بعد الظهر وهذا ما يسمى ساعات الذروة.

ومن أمثلة هذا التفاوت تلك الفترات القصيرة التى يتكرر فيها ازدحام المرور خلال ساعات اليوم، وهي مسألة كبيرة الأهمية فى أعمال التصميم وفى جميع الأحوال تقريباً حيث تعتبر الفترة الزمنية القياسية فى أعمال التصميم وحدتها هي الساعة أي ستون دقيقة وهي فترة عملية مناسبة.

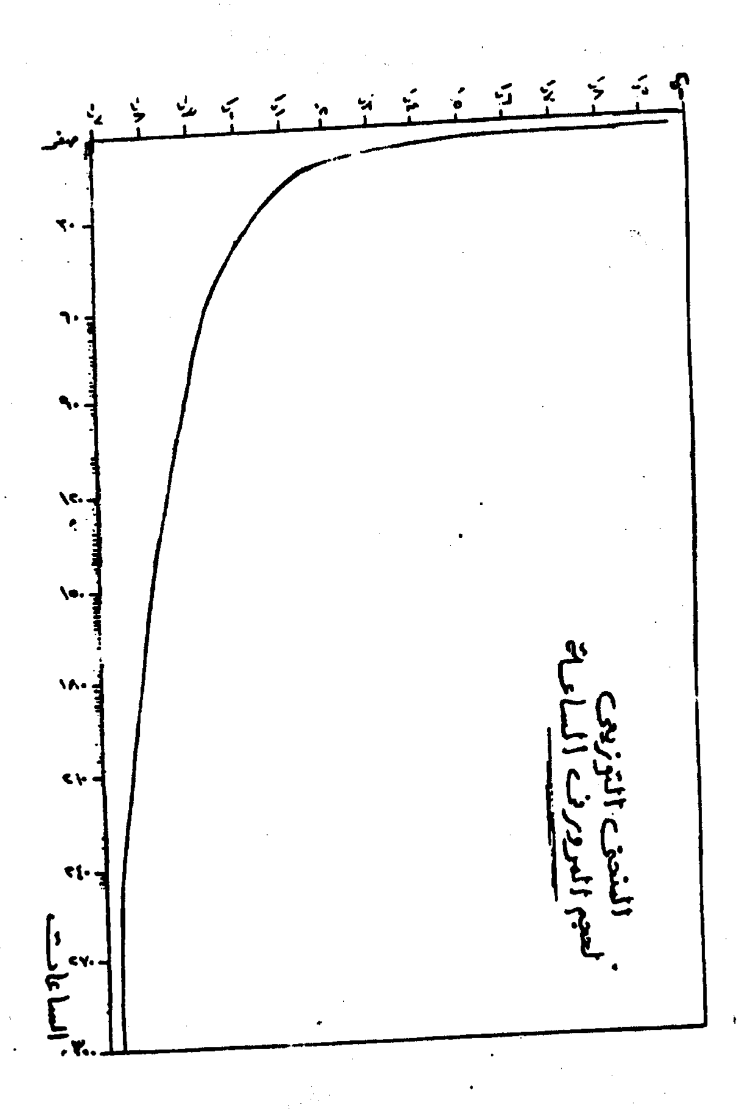
وهناك تفاوت كبير فى كميات المرور خلال الساعات المختلفة من اليوم، ويكون ذلك التفاوت أكبر بالنسبة لساعات العام إذا ما قيس وقت الأعياد الدينية أو الأعياد الوطنية.

ومن جهة أخرى إذا كان التصميم الهندسى على أساس متوسط كمية المرور فى الساعة، فإنه يعطى نتائج غير مناسبة، وبالتالى فإن كمية المرور فى الساعة التى نستخدمها فى التصميم يجب ألا تفوقها عدد كبير من الساعات الأخرى، كما أنها لا تكون عالية لدرجة يندر أن تصل إليها حركة المرور وينتفع بكامل طاقة الطريق، ويجب ألا تحدد كمية المرور التصميمية فى الساعة إلا بعد تحليل دقيق لبيانات كافية عن حركة المرور، ويكون التحديد بحكم سليم من مهندس خبير بأعمال المرور؛ ومن الوسائل المرشدة التى تساعدنا على تحديد أنسب كمية مرور فى الساعة تلائم أغراض التصميم هو رسم المنحنى الذى يبين التغير فى كمية المرور فى الساعة خلال العام.

وفى مصر بدأت عملية حصر المرور فى بداية عام ١٩٧٥ على أسس علمية، وأظهرت النتائج الأولية فى عام ١٩٧٥ نتائج تختلف عن النتائج السابقة التى كانت بياناتها هي مرجعنا الأساسي؛ وقد بينت هذه النتائج أن متوسط المرور اليومى خلال الأسبوع يكاد يكون منتظماً فيما عدا يوم الجمعة وهو يوم العطلة الأسبوعية حيث تقل كمية المرور عن باقى أيام الأسبوع بصورة ملحوظة فيما عدا شهري يولية وأغسطس لبعض الطرق الموصلة للمصايف، بينما متوسط المرور اليومى فى أمريكا يرتفع يومي العطلة الأسبوعية وهما السبت والأحد؛ وفى عام ١٩٨٦ قامت الهيئة العامة للطرق والكبارى بإنشاء نظام الحصر الناتج للمرور على طرق الجمهورية فى خلال ١٤ محطة حصر ثابتة بالإضافة إلى ٤٤ محطة حصر مؤقتة، ويتم من خلال ذلك حصر المرور على شبكة الطرق خلال ٢٤ ساعة يومياً وإجراء تحليل هذه البيانات بالحاسب الآلى على مدار السنة، وقد تبين من الحصر الذى تم عام ١٩٩٠ أن الساعة التصميمية للطرق الرئيسية تتراوح ما بين ١١ و١٥٪.

الشكل رقم (٩)

حجم المرور في الساعة بالألف سيارة



التوزيع الاتجاهي

حجم المرور التصميمى فى الساعة بالنسبة لطريق ذى حارتي مرور هو مجموع المرور فى كلا اتجاهي السير، وبالنسبة للطرق التى يزيد عدد حاراتها عن اثنين وكذا التقاطعات الهامة للطرق ذات الحارتين التى يلزمها حارات مرور إضافية، فمن الضرورى معرفة كمية المرور فى الساعة لكل اتجاه حتى يمكن عمل تصميم جيد؛ وفى بعض الحالات قد يكون توزيع المرور بالنسبة لاتجاهي السير هو ٥٠ – ٥٠، ولكن الشائع كثيراً خلال أغلب ساعات الازدحام هو أن حركة المرور تسير فى أحد الاتجاهين بنسبة أكبر.

وعلى ذلك فمن المحتمل جداً أن الطريق ذو الحارتين والذى يكفى لحمل كمية مرور معينة وهي موزعة على اتجاهي السير ٥٠– ٥٠ يصبح غير كاف لاستيعاب نفس كمية المرور خلال ساعات الازدحام عندما تسير نسبة كبرى منها فى أحد الاتجاهين.

مثال:

طريق مصمم على أساس ٤٠٠٠ سيارة فى الساعة فى كلا الاتجاهين، إذا كان التوزيع فى خلال الساعة التصميمية متساوياً أي ٢٠٠٠ سيارة فى الساعة فى اتجاه واحد، فإن حارتين فى كل اتجاه يمكن أن يكونا كافيان، أما إذا كان ٨٠٪ من حجم المرور التصميمى فى الساعة للاتجاهين يسير فى اتجاه واحد وقت الذروة، فهذا يتطلب ثلاث حارات مرور فى كل اتجاه لعدد ٣٢٠٠ سيارة فى الساعة.

يجب أن يعين التوزيع الاتجاهى للمرور خلال الساعة التصميمية بالقياس فى الطبيعة للطريق المطلوب، أو مواز له أو مشابه له.

عند تصميم التقاطعات والمستويات المفصولة، كثيراً ما يلزم معرفة كميات المرور التى تتحرك فى وقت واحد فى جميع الاتجاهات خلال الساعة التصميمية، ويلزم أخذ تغير كبير من ساعة ازدحام إلى أخرى.

وعادة فإن التصميم يجرى على أساس م.ت.س (معدل تصميمى-ساعة) الذى يجب استيعابه فى ساعة الازدحام الصباحى على أحد الاتجاهين وفى مثيلتها المسائية على الاتجاه الآخر، وقد يكون مجموع كميات المرور فى الاتجاه الغالب تنعكس؛ وعند التقاطعات يجب تحديد النسبة المئوية من المرور الكلى لكل من المرور الذى يدور نحو اليمين ونحو اليسار على كل فرع من فروع التقاطع، ويجرى تحديد ذلك لفترتي الازدحام الصباحية والمسائية كل على حدة.

ويلاحظ أن توزيع المرور حسب اتجاه السير يعبر عنه كنسبة مئوية من م.ت.س. حيث أن م.ت.س. هو معدل المرور التصميمى/ ساعة.

التكوين

إن العربات المختلفة الأحجام والأوزان لها خواص مختلفة للتشغيل يجب مراعاتها عند تصميم الطرق، فسيارات النقل علاوة على كونها أكبر حجماً من سيارات الركوب فإنها عادة تكون أبطأ وتشغل حيزاً أكبر من الطريق، وبالتالى فإنها تشغل الطريق أكثر مما تشغله سيارات الركوب؛ والأثر الكلى الذى تحدثه سيارة واحدة فى إشغال المرور غالباً ما يعادل عدة سيارات ركوب.

وعلى هذا فإنه كلما ازدادت نسبة سيارات النقل فى طريق كان ضغط المرور عليه أشد واحتاج إلى سعة أكبر، يمكن تقسيم أحجام وأوزان السيارات حسب تأثيرها فى حركة المرور إلى قسمين عمومين.

١- سيارات الركوب

تشمل كل سيارات الركوب وتتضمن سيارات التوزيع الخفيف (سيارات التوزيع الخفيف هي عبارة عن سيارة النقل الخفيفة مثل البيك آب، وهي فى حجمها وخواصها مشابهة لسيارات الركوب).

٢- سيارات النقل

وتشمل الأتوبيسات، سيارات النقل المفرد، والسيارات التى معها مقطورات (وعادة وزن السيارة ٤٥٠٠ كجم فأكثر) ويعبر عن حركة سيارات النقل كنسبة مئوية من مجموع المرور المنتظر انتفاعه بالطريق.

وللأغراض التصميمية فإنه يجب معرفة النسبة المئوية لعربات النقل التى تسير خلال ساعات الازدحام، وعندما لا تتواجد هذه البيانات فإنه يمكن الحصول عليها بالدراسة على الطبيعة، وفى التقاطعات الهامة فإنه يلزم تحديد النسبة المئوية لسيارات النقل خلال الازدحام الصباحى والمسائى.

ويلاحظ أن تغير حركة سيارات النقل فى الدورانات المختلفة عند التقاطعات قد يكون كبيراً ويؤثر على التخطيط الهندسى بها، هذا وقد تختلف كثيراً نسبة سيارات النقل فى ساعة معينة من اليوم ومن ثم يكون من المستحسن حصر سيارات النقل خلال ساعات محددة من ساعات الازدحام.

وقد تبين لنا من دراسة حركة المرور فى مصر أن نسبة سيارات النقل على الطريق تتراوح ما بين ٢٥٪ و٣٥٪.

يجب ألا تكون الطرق الجديدة أو تحسينات الطرق الحالية جارية على أساس كميات المرور الحالية، بل يراعى فيها كمية المرور فى المستقبل الذى ينتظر انتفاعه بالطريق.

ومن المستحسن أن يصمم الطريق ليستوعب المرور الذى سوف يتعرض له مدى حياته، ومن النادر تحقيق ذلك اقتصادياً بالإضافة إلى صعوبة تقدير ذلك.

بالنسبة لنزع الملكية، فيقدر عمرها بمائة عام، أعمال الرصف الصغيرة والأساسات ٥٠ سنة، الكبارى من ٢٥ إلى ١٠٠ سنة والسطح من ١٠ إلى ٣٠ سنة، والتغير الكبير فى حياة الكوبرى يرجع إلى اعتماده على تكرار الحمل الثقيل، وبالتالى فإن السنة التى يستخدم مرورها فى التصميم يجب أن تكون سنة يمكن تقدير كمية المرور فيها بدرجة معقولة من الدقة، وتقدير كمية المرور إلى ما بعد أعوام كثيرة قادمة هو إجراء غير مستساغ نظراً لاحتمال التغيير فى الأوضاع الاقتصادية العامة للأقاليم وفى تعداد السكان والتوسع العمرانى فى الأراضى على طول الطريق، وهو ما لا يمكن التنبؤ به بأي درجة من الثقة؛ هذا ومن المستحسن التنبؤ بمستقبل المرور لأبعد مدى ممكن والتصميم له، إلا أن التغيير السريع الذى يحدث للظروف الحالية يجعل من المخاطرة ودواعى الشك افتراض حالة المرور بعد مدة تزيد عن عشر سنوات، وبالتالى فإن جميع التحسينات والطرق الجديدة يجب تصميمها على حركة المرور المنتظرة لعشر سنوات، إلا فى الحالات التى تستدعى أي فترات تصميمية أخرى، وفى العادة يستخدم من ٥٠٪ إلى ١٥٠٪ كمعامل أمن لزيادة المرور فى المستقبل.

إن كمية المرور فى المستقبل لا يمكن أن تكون عملية على وجه التحديد، ولكن يمكن فرض كمية المرور لدرجة دقيقة معقولة إذا أمكن الحصول على بيانات كافية من كمية المرور الحالية والماضية، كمية المرور للمستقبل للتصميم تؤخذ من المرور الحالى والزيادة فى المرور المتوقع فى نهاية فترة التصميم.

ومكونات كمية مرور المستقبل هي الآتي:

المرور الحالى

المرور الحالى: الموجود والمنجذب (أو المحول).

الزيادة فى المرور

أ- النمو الطبيعى للمرور.

ب- المرور المتولد.

ج- المرور المتطور.

المرور الحالى: الموجود والمنجذب

المرور الحالى هو كمية المرور التى تستخدم طريق جديد أو محسن عندما يفتح للمرور، وفى حالة التحسين فإن المرور الحالى يتكون من المرور الموجود على الطريق (قبل التحسين) بالإضافة إلى المرور المنجذب إليه من جهات أخرى بعد إتمام التحسينات؛ وفى حالة إنشاء طريق جديد، فإن المرور يتكون كلية من المرور المنجذب.

الزيادة فى المرور

النمو الطبيعى للمرور

هو الزيادة فى كمية المرور الناتجة عن الزيادة العادية فى عدد السيارات واستعمالها.

المرور المتولد

يتكون من رحلات السيارات (بخلاف النقل العام) التى لا يمكن أن تحدث إذا لم يتم إنشاء الطريق الجديد.

المرور المتطور

هو المرور الناتج عن التحسينات للأرض المجاورة، وأمثلة ذلك المرور الناتج عن إنشاء بعض الأماكن التجارية كمحطات تصدير الحاصلات الزراعية ومحطات تربية الدواجن...الخ.

معامل الزيادة

معامل زيادة المرور هو النسبة بين المرور فى المستقبل والمرور الحالى، وزيادات المرور التى يعكسها هذا المعامل بجمع تلك الناتجة عن النمو الطبيعى للمرور، المرور المتولد، المرور المتطور السابق مناقشته، فإننا نحصل على معامل الزيادة بإضافة النسبة المئوية للزيادة لكل بند من معدل نمو المرور بالنسبة للمرور الحالى مقسوماً على ١٠٠ ويضاف واحد صحيح للنتيجة.

مثال(١):

طريق زراعى سطحه طبقة زلطية سيعاد إنشاؤه فى نفس الموقع تقريباً بسطح مرصوف مع بعض التحسينات فى التخطيط، الانحدار، الصرف...الخ.

السنة التصميمية ١٢ سنة متوسط المرور اليومى على الطريق الحالى ٣٦٠ سيارة، يوجد على طريق ثانوى ومواز له تقريباً ١٠٠ عربة فى اليوم من المتوقع أن نصفه سوف ينجذب إلى الطريق المحسن ليكون المرور الحالى حوالى ٤١٠ سيارة، معدل النمو العادى ٤٥٪ للسنة التصميمية، المرور المتولد ٢٥٪، التحسين للأرض المجاورة بسيط ويمكن إهماله.

إذن مجموع زيادة المرور= ٤٥+٢٥+صفر=٧٠٪

كمية المرور للمستقبل ١٢ عاماً=٤١٠×١,٧=٧٠٠ عربة

مثال (٢):

فى جزء من مشروع طريق سريع بالقرب من منطقة حضرية، المرور الحالى (١٩٩٢) مأخوذاً من تحليل لدراسة مبدأ والغرض من الرحلة هو ٢٤٠٠٠ سيارة، السنة التصميمية ٢٠١٢، معدل النمو هو ٦٨٪، ومن عام ١٩٩٢ فإن المرور المتولد ١٨٪ من المرور الحالى، والمرور المتطور يقدر بـ ٨٢٠٠ رحلة فى اليوم لهذا القطاع من الطريق السريع فى عام ٢٠٠٢، أو زيادة مقدارها:

$$\frac{8200}{24000} = 34\%$$ من حجم المرور

إذن الزيادة فى المرور= ٦٨+١٨+٣٤=١٢٠٪

كمية المرور للمستقبل=٢٤٠٠٠×٢,٢=٥٢٨٠٠ سيارة

معامل الزيادة بالنسبة لمعظم الطرق التى تحسنت لمدة ٢٠ سنة تتراوح ما بين ١,٥ إلى ٢,٥.

ويجب أن تشمل بيانات المرور العوامل الآتية:

م.م.ى = متوسط المرور اليومى الحالى

م١م١ى١ = متوسط كمية المرور اليومية المستقبلة

م.ت.س = كمية المرور التصميمية المستقبلة فى الساعة، للاتجاهين إلا إذا نص على خلاف ذلك وعادة تساوى الساعة ٣٠.

ك = نسبة م.ت.س إلى م.م.ى وهى عادة من ١٢ إلى ١٨٪ فى أمريكا وأعطت النتائج الأولية فى مصر حوالى ١٠ ٪ وأقل.

هـ = التوزيع الاتجاهى لكمية المرور التصميمية فى الساعة وهي نسبة كمية المرور فى اتجاه معين كنسبة كمية المرور الكلية، وهي تختلف من ٥٠٪ إلى ٨٠٪ لكمية المرور التصميمية فى الساعة والمتوسط ٦٧٪.

ن = نسبة عربات النقل وهي فى مصر عادة ما تتراوح بين ٣٠٪ و ٣٥٪ من متوسط المرور اليومى فى التقاطعات الهامة.

يجب الحصول على معلومات تبين حركة المرور فى وقت واحد أثناء ساعات الازدحام الصباحية والمسائية.

عربات التصميم Design Cars

أنواعها

١- عربات الركوب Passenger Car (P)

٢- عربات النقل أو الأوتوبيس (SU)

٣- جرار بمقطورة متوسط WB-40

٤- جرار بمقطورة كبير WB-50،

وأبعاد العربات السابقة موضحة فى الجدول التالى:

جدول (٣-١)

أبعاد عربات التصميم

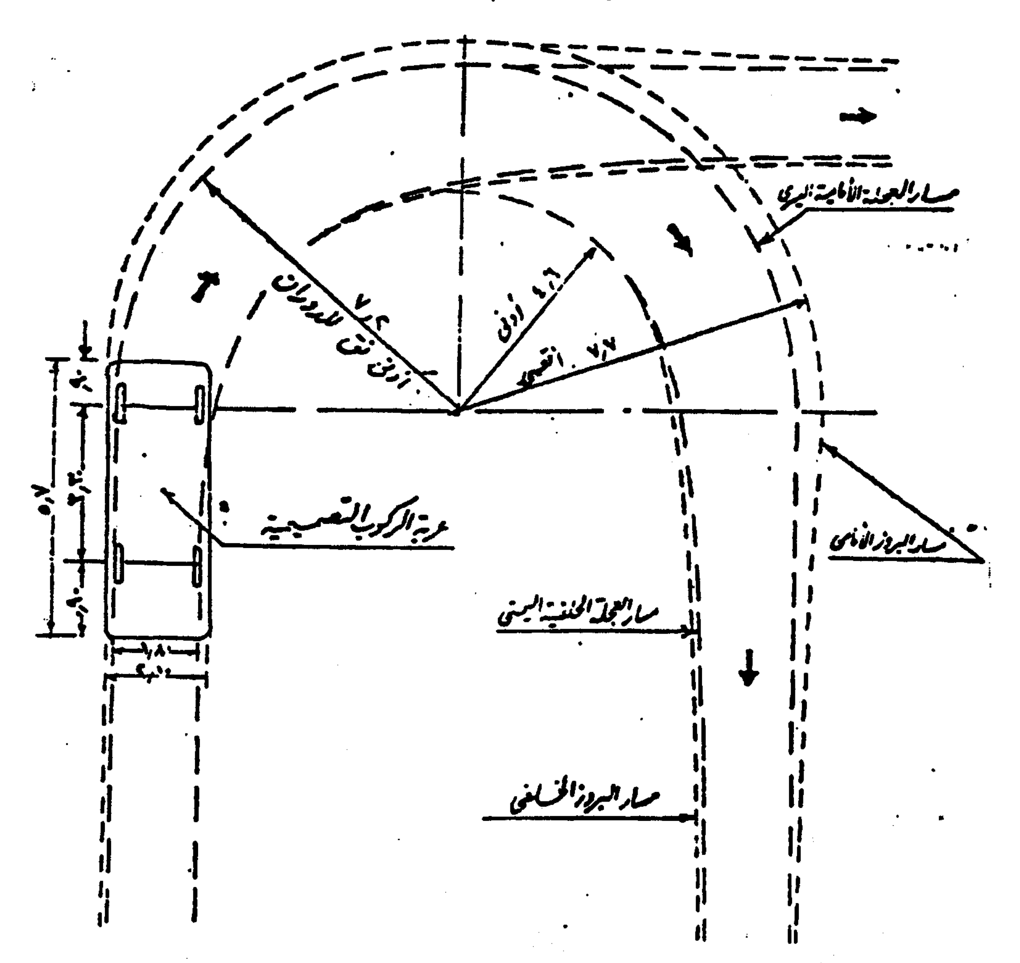
عربة التصميم			الأبعاد بالمتر				
النوع	الرمز	المسافة بين أول محور وآخر محور	الرفرفة		الطول الكلي	العرض الكلي	الارتفاع
			أمام	خلف			
عربة ركوب	P	٣,٣٠	٠,٩	١,٥	٥,٧	٢,١	–
عربة نقل	SU	٦	١,٢	١,٨	٩	٢,٥٥	٤,٠٥
جرار متوسط بمقطورة	WB-40	٣,٩ + ٨,١ = ١٢	١,٢	١,٨	١٥	٢,٥٥	٤,٠٥
جرار كبير بمقطورة	WB-50	٦ + ٩ = ١٥	٠,٩	٠,٦	١٦,٥	٢,٥٥	٤,٠٥
أتوبيس		٧,٥	٢,١	٢,٤	٢١	٢,٥٥	٤,٠٥

إن العربة التى تستخدم فى التصميم للعمليات العادية هي أكبر وحدة تمثل نسبة كبيرة من المرور للسنة التصميمية، ولتصميم معظم الطرق التى تستخدم لمرور عربات النقل، فيجب استخدام واحد من التصميمين الخاصين بالجرار ذى المقطورة، كما يجب التأكد من أن العربات الأكبر المتوقعة يمكن أن تستخدم الدورانات المصممة وخاصة إذا كان للرصف دوران؛ وفى حالات خاصة يمكن عمل تصميم ليستوعب عربات أكبر من WB-50.

WB-40 = عربة نقل بمقطورة المسافة بين المحور الأمامى والخلفى فيها = ٤٠ قدم أي (١٢ م).

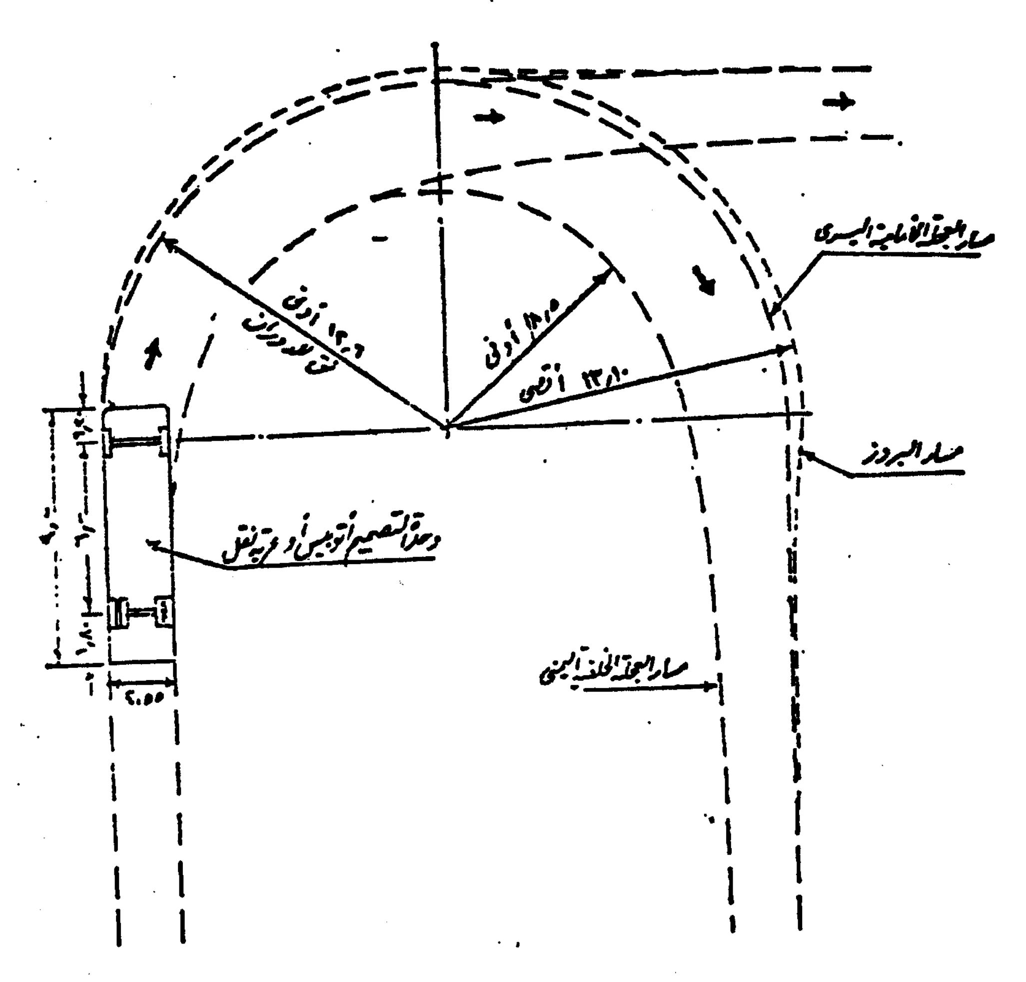
شكل (١٠)

عربة التصميم P



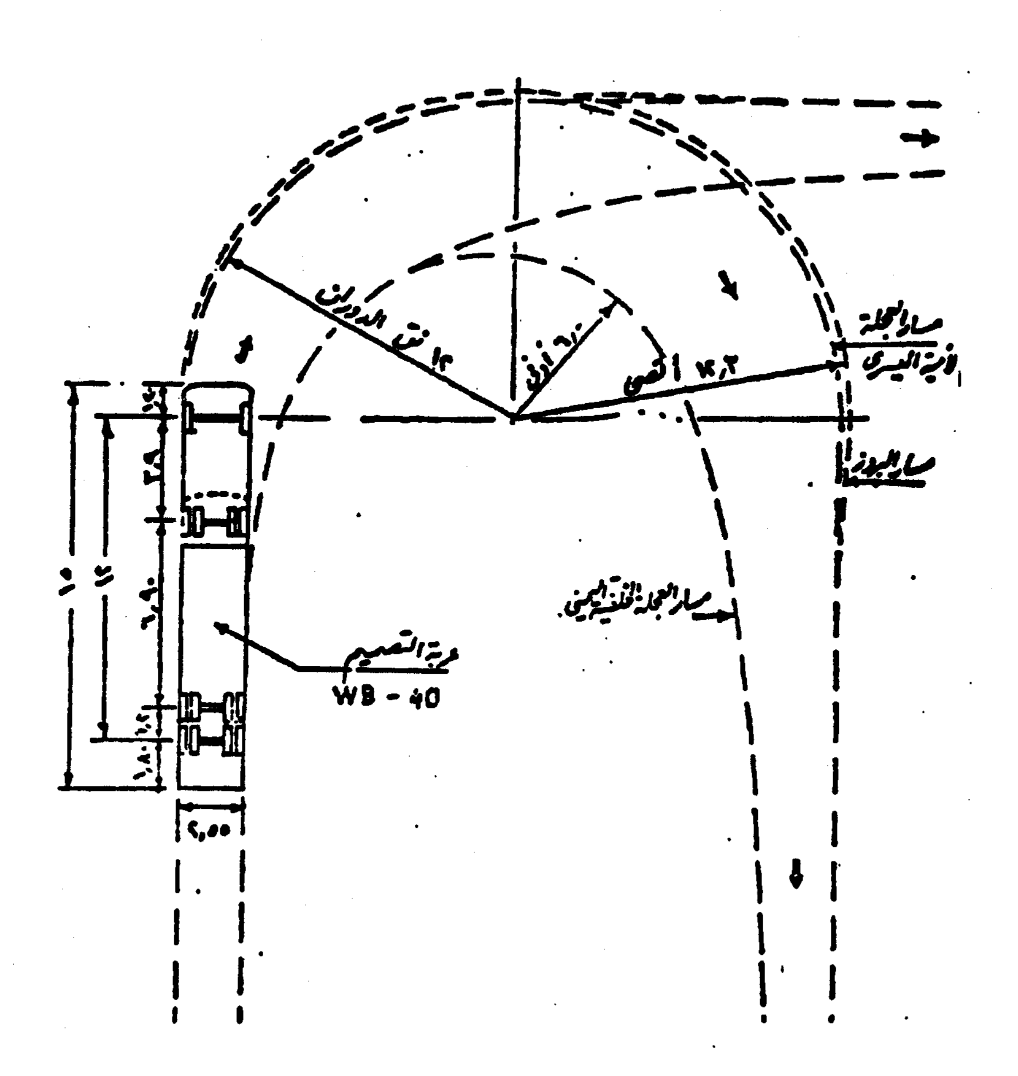
شكل (١١)

عربة التصميم SU



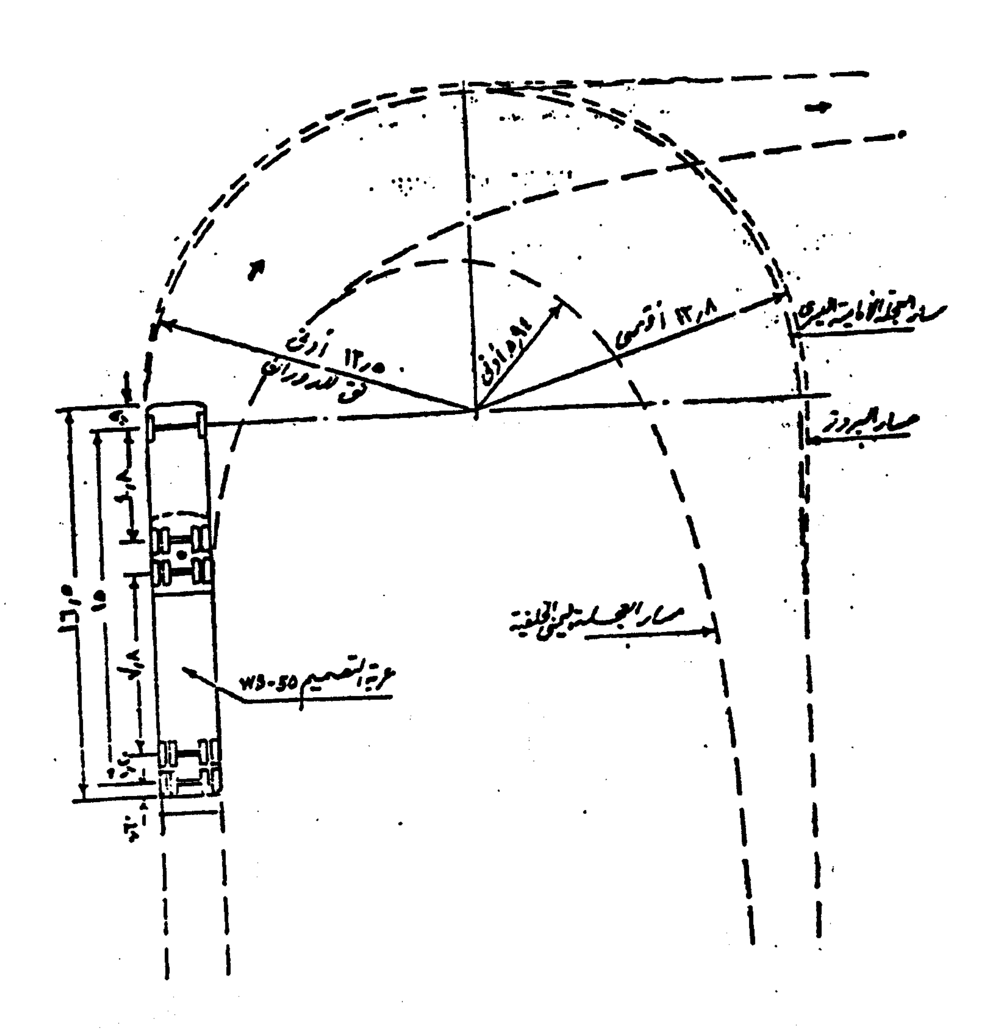
شكل (١٢)

عربة التصميم WB-40



شكل (١٣)

عربة التصميم WB-50



WB-50 = عربة نقل بمقطورة المسافة بين المحور الأمامى والخلفى فيها = ٥٠ قدم أي (١٥ م).

السرعة التصميمية Design Speed

يجب اختيار السرعة التصميمية واستخدامها بالنسبة للظواهر الطبيعية للطريق والتى تؤثر فى حركة العربة، ويجب أن تكون السرعة التصميمية المفروضة منطقية بالنسبة لطبيعة الأرض ونوع الطريق وبعض الظاهر الطبيعية لتصميم الطريق كمعدل الرفع فى المنحنيات والطول الحرج للميل ومنحنيات التقاطع ...إلخ، ويلزم اعتبارها فى السرعة المتوسطة للسير والسرعات التصميمية العادية؛ وإذا كانت السرعة التصميمية الممتازة تحدد بالتبعية أقل نصف قطر للانحناء الأفقى وأقل مسافة رؤية لازمة لسلامة التشغيل، فإنه يجب ألا يكون هناك تقييد لاستخدام منحنيات أفقية أكثر انبساطاً أو مسافات رؤية أطول حيث يمكن استخدام هذه المزايا كجزء من التصميم الاقتصادى.

ويتوقف اختيار السرعة التصميمية أساساً على طبيعة الأرض ونوع درجة الطريق وكميات المرور والاعتبارات الاقتصادية، فالطريق الذى يمر فى أرض منبسطة أو متموجة يحتاج إلى سرعة تصميمية أعلى منها فى منطقة جبلية؛ وعندما تكون الطبيعة الظاهرة أمام السائق وعرة، فإنه يكون أقرب إلى قبول السرعة التصميمية المنخفضة عنه فى الأماكن التى لا يبدو فيها مبرراً لهذا التخفيض.

والطريق الذى يحمل كميات كبيرة من المرور يستدعى سرعة تصميمية أعلى من طريق يقل عنه فى الأهمية ويمر فى أرض من نفس الطبيعة، ويتحقق ذلك

بصفة خاصة عندما تكون الزيادة فى المن والاقتصاد فى تشغيل العربات وباقى التكاليف الأخرى كافية لتغطية الزيادة فى مصروفات الإنشاء ونزع الملكية، وعلى أي حال، فيجب ألا تتخذ سرعة تصميمية منخفضة لطرق الدرجة الثانية أو ما دونها عندما تكون طبيعة الأرض وغيرها من الظروف مما يستميل أو يغرى السائق للسير بسرعة عالية.

عند تصميم طريق بطول كبير، فإنه يستحسن اتخاذ سرعة تصميمية ثابتة على الرغم من أن ذلك قد يكون غير ميسور نظراً لتغير الأرض والعوامل الطبيعية الأخرى الحاكمة مما يتطلب تغيير السرعة التصميمية فى بعض المسافات، وفى هذه الحالة يجب عدم تخفيض مقدار السرعة التصميمية بشكل مفاجئ بل يجب تقسيم ذلك على مسافات كافية ليتمكن السائق من تغيير سرعته تدريجياً قبل أن يصل إلى الجزء من الطريق ذى السرعة التصميمية المعدلة.

وفى الأماكن التى يلزم تخفيض سرعاتها التصميمية، فقد لا يتمكن كثير من السائقين من إدراك الظروف الموجبة لتخفيض السرعة أمامهم، ولذلك فإنه من المهم أن يكون هناك تحذير سابق لهم بذلك، ويجب توضيح هذه الظروف المتغيرة بواسطة علامات السرعة للمناطق المتتالية وعلامات السرعة للمنحنيات وما شابه ذلك؛ والجدول التالى يوضح السرعات التصميمية (كم/س) لكل درجة من درجات الطرق حسب الحالات المختلفة لطبيعة الأرض.

جدول (٣-٣)

السرعات التصميمية (كم/س)

طبيعة المنطقة	درجة الطريق				
		أولى	ثانية	ثالثة	رابعة
دلتا	١٢٠	١٠٠	٨٠	٨٠	٦٠
صحراوية منبسطة	١٢٠	١٠٠	٨٠	٨٠	٦٠
صحراوية مموجة	٨٠	٨٠	٧٠	٦٠	٥٠
جبلية	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠	٤٠

السرعة الجارية المتوسطة Average Running Speed

متوسط السرعة الجارية هو المتوسط لكل المرور أو مركبة مرور، وهي مجموع المسافات مقسومة على مجموع الأوقات الجارية.

ويوصى عادة بالسرعات التصميمية والسرعات الجارية المتوسطة التالية بالنسبة لكمية المرور المبينة فى الجدول التالى.

جدول (٣-٣)

العلاقة بين السرعة التصميمية والسرعة الجارية المتوسطة

السرعة التصميمية كم/ساعة	السرعة الجارية المتوسطة كم/ساعة		
	كمية مرور سهلة	كمية مرور متوسطة	كمية قريبة من السعة المحتملة
٥٠	٤٥	٤٠	٤٠
٦٥	٦٠	٥٥	٥٠
٨٠	٧	٦٥	٥٥
٩٥	٨٠	٧٥	٦٠
١٠٥	٩٠	٨٠	
١١٥	٩٥	٨٥	
١٢٠	١٠٠	٩٠	
١٣٠	١٠٥	٩٥	

إن السرعة الجارية لكميات المرور القليلة هي حكم تصميمى لبعض أجزاء الطريق، مثل معدل الرفع، منحنيات التقاطع وحارات تغير السرعة، ويجب أن تستخدم أعلى سرعة تصميمية عملية كلما أمكن، ويفضل قيمة ثابتة للطريق الواحد؛ أينما وجد تغير فى الأرض أو نظراً للظروف الطبيعية، فإنه من الضرورى تغيير السرعة التصميمية لبعض الأجزاء من الطريق، وتؤخذ السرعات ١٢٠، ١٣٥ كم/ساعة على الطرق المحكومة الوصول إليها أو إذا كان سيتحكم فى الوصول إليها فى المستقبل.

سعة الطريق Highway Capacity

تعنى كلمة (سعة الطريق) مقدرة هذا الطريق على استيعاب المرور، وتتغير السعة التصميمية مع عدة عوامل وهي:

١. مستوى الخدمة الممتازة.
٢. عرض حارات المرور.
٣. عدد حارات المرور.
٤. وجود أو غياب الأكتاف.
٥. الانحدارات.
٦. التخطيط الأفقي.
٧. السرعة.
٨. الخلوص الجانبى.
٩. الاحتكاك الجانبى الناشئ من الانتظار، التقاطعات وفصل المستويات.
١٠. حجم عربات النقل والأتوبيسات.
١١. مسافات وزمن إشارات المرور.

السعة كحاكم تصميمى

يجب استخدام القيم الموصي بها فى كتاب سعة الطرق (١٩٦٥) كمرشد لتصميم الطرق، ويمكن اعتبار سعة الطريق على مرحلتين واسعتين انسياب بدون تدخل أو حالات الطرق المفتوحة وانسياب يتدخل كما فى التقاطعات.

إنسياب بدون تدخل

تعتبر السرعة هي القياس الأكثر حساسية بالنسبة لسعة المرور، وهناك ثلاث مجالات مناسبة للسرعة الجارية المتوسطة وهي:

١. سرعة جارية متوسطة ٧٠-٨٠ كم/ساعة تطبق فى معظم الطرق الرئيسية خارج المدن ذات حارتي المرور، وفى الطرق ذات الاتجاهين وكل الطرق خارج المدن المتعددة الحارات فى الأراضى المستوية والمتموجة.

٢. سرعة جارية ٦٥-٧٠ كم/ساعة، وهي تطبق فى الطرق المقتربة من المناطق الحضرية فى الطرق المتعددة الحارات فى الأراضى الجبلية، وكلما أمكن فى الطرق ذات حارتي المرور فى الأراضى الجبلية.

٣. سرعة جارية متوسطة ٥٥-٦٠ كم/ساعة، وهي تطبق على الطرق ذات حارتي المرور خارج المدن فى الأراضى الجبلية حيث التصميم للسرعات العالية غير ممكن، كما تطبق أيضاً للطرق المتحكم فى الوصول إليها فى المناطق الحضرية حيث يتوقع أثناء الساعة التصميمية أن حرية السفر بسرعة عالية سوف تتأثر بواسطة كمية المرور التصميمية فى الساعة.

إن كميات المرور الناتجة عن السرعات الجارية أقل من تلك المبينة أعلاه، وسوف تعمل بطريقة تعتبر محدودة جداً، وعلى العموم فمن غير الممكن عملياً إيجاد الوسيلة التى تسمح برفع السرعات الجارية أثناء الساعة التصميمية أكثر من تلك المذكورة أعلاه.

كما تعتمد حسابات سعة الطريق على حساب المسافات الآمنة التى يجب أن تكون بين العربات عند السرعة المعلنة، وفى جمهورية مصر العربية تحدد السرعة المعلنة طبقًا لمواصفات الطريق، وتختلف باختلاف نوع الطريق والذى

تم توضيحه فى بداية هذا الباب وتعلن السرعة بالطريق الصحراوى مثلاً بالآتى:

١.	ملاكى وأجرة	١٠٠ كم/ساعة
٢.	أتوبيس	٩٠ كم/ساعة
٣.	سيارة نقل مفرد	٨٠ كم/ساعة
٤.	سيارة نقل بمقطورة	٦٠ كم/ساعة.

ونتيجة لهذه السرعة المعلنة يحدث تيارًا هوائيًا Airodynamic ناتجًا من سرعة السيارة والذى يتناسب مع مسطح واجهة السيارة وهذا بخلاف طولها وأجنابها والتى قد تكون مسطحة يتأثر بقوة السرعة مما قد يسبب إزاحة السيارة إلى أحد الأجناب مما قد يشكل خطورة أثناء سير السيارات وخصوصًا فى الطرق المفتوحة مثل الطرق الزراعية أو الصحراوية، ولذلك فإن المسافات الآمنة طوليًا وعرضيًا من السيارات سوف تحتل مساحة من الطريق مما يؤدى إلى تقليل سعة الطريق.

حساب المسافة الآمنة بين العربات

تحسب المسافة الآمنة بين عربات النقل حسب التالى:

١. السرعة المسموح بها للنقل بالنسبة للعربات الثقيلة.
٢. الطول الكلى لعربات النقل.

ويمكن توضيح ذلك كما يلى:

إتضح أن المسافة الآمنة بين عربات النقل المستخدمة فى دولة البحرين تعتمد على الحسابات التالية:

١. إذا كانت السرعة أقل من ٥٠ كيلومتر/ساعة، تكون المسافة الابتدائية هي ٢٠ طول عربة نقل متكاملة + الطول الكلى.
٢. أما إذا كانت السرعة أكبر من ٥٠ كيلومتر/ساعة، فتكون المسافة الابتدائية هي ٣٠ طول عربة نقل متكاملة + الطول الكلى.
٣. حسب السرعة يتم إضافة ١/٢ الطول للمسافة الابتدائية أمام وخلف عربة النقل الأولى والأخيرة وهي بمجموعها المسافة الآمنة.

ولحساب استيعاب الكيلومتر الطولى من عربات النقل على السرعة التى تتحرك بها عربات النقل حاليًا (٤٥ كيلومتر/ساعة):

طول عربة النقل المتكاملة (ل) هي:

ل = س + ق + ع

س = طول العربة القاطرة

ق = طول المقطورة = ٨ متر

ع = طول ذراع القطر بين القاطرة والمقطورة.

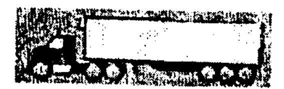
COMMON TRUCK TYPES



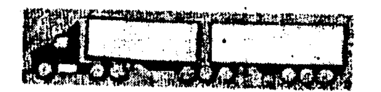
RIGID: 12.5 metres long, speed limited to 100 km/hr



RIGID & DOG: 19 metres long, speed limited to 100 km/hr

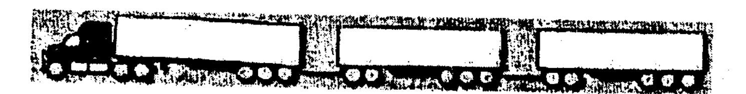


SEMI TRAILER: 19 metres long, speed limited to 100 km/hr



B-DOUBLE: 25 metres long, speed limited to 100 km/hr

("LONG VEHICLE" SIGN AT REAR)



TRIPLE ROAD TRAIN: 53.5 metres long, speed limited to 90 km/hr

("ROAD TRAIN" SIGN AT REAR)



عرض من ١,٥-١,٨ م طول
حتى ١٠ م حمولة حتى ٢٠ طن



عــرض مــن ٩-١م طــول ٥م
حمولة حتى ١,٥ طن

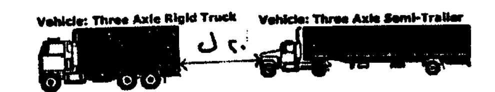
Vehicle: Three Axle Rigid Truck with Three Axle Dog Trailer

عرض من ٢,٠٠-٢,٥٠ طول
حتى ٢٥ م حمولة حتى ٦٠ طن



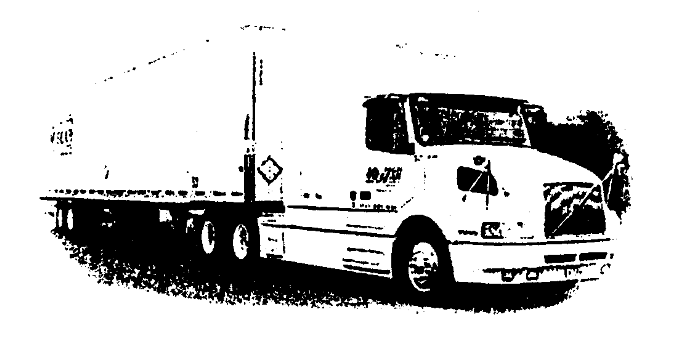
عرض من ٢-٢,٢٠ طول حتى
١٥ م حمولة حتى ٣٠ طن

المسافات الآمنة



المسافات العرضية الآمنة =١ع حيث ع عرض اكبر سيارة

المسافة الطولية الآمنة =٢٠ ل حيث ل = طول السيارة الخلفية









التحميل طبقاً لنوعية الشاحنة

عدد الأطنان المنقولة فى القافلة الواحدة

يمكن حساب كمية النقل للقافلة الواحدة فى الاتجاه الواحد كالتالى:

- أقصى حمولة مسموح لها بالسير على الطرق هي ٣٢,٥ طن مترى.
- عدد العربات فى القافلة الواحدة حسب متوسط المسافات هو ٤٠ عربة نقل متكاملة.

∴ عدد الأطنان المنقولة = ٤٠ × ٣٢,٥

= ١٣٠٠ طن مترى.

حساب زمن الرحلة

يتم حساب زمن الرحلة حسب المعادلة التالية:

زمن الرحلة = ن س + ن ش + ن ظ + ن م + Δ ن

حيث:

ن س	:	الزمن اللازم لقطع ٢٠ كيلومتر طولى	(دقيقة)
ن ش	:	الزمن اللازم للشحن	(دقيقة)
ن ظ	:	زمن الانتظار	(دقيقة)
ن م	:	زمن عبور الإشارات المرورية	(دقيقة)
Δ ن	:	فوارق التحركات المتتالية للقافلة	(دقيقة).

∴ الزمن اللازم لقطع ٢٠ كيلومتر طولى بسرعة ٤٥ كيلومتر/ساعة =

$$\frac{\text{٢٠ × ٦٠ دقيقة}}{\text{٤٥}} \cong \text{٢٧ دقيقة}$$

مع الأخذ في الاعتبار أن:

- زمن الشحن والتفريغ المفترض = ١ ساعة
- زمن الانتظار المفترض = ٢٣ دقيقة
- زمن المرور المفترض = ٣٥ دقيقة
- فوارق التحركات المتتابعة المفترضة = ٢٣ دقيقة.

∴ زمن الرحلة للقافلة = ٢٧ + ٦٠ + ٣٥ + ٢٣ = ١٦٥ دقيقة

أي أن زمن الرحلة للقافلة = ٢ ساعة و٤٥ دقيقة.

أقصى كمية يمكن نقلها على الطرق في يوم

حسب تشريعات العمل العالمية التي حددت ساعات العمل بـ ٨ ساعات يوميًا في الحالات العادية، فإن:

عدد القوافل اليومية = عدد ساعات العمل ÷ زمن الرحلة

= (٦٠ × ٨) ÷ ١٦٥

= ٣ قافلة يوميًا.

∴ كمية الأطنان المنقولة/يوم في الاتجاه الواحد هي:

عدد الأطنان المنقولة في الرحلة × عدد الرحلات

= ١٣٠٠ × ٣ = ٣٩٠٠ طن مترى/يوم.

حساب عدد عربات النقل التي تتحرك تحت عامل الأمان الكامل

من الجداول الإحصائية في إحصائيات التجارة الخارجية لسنة ١٩٩٦م، بلغت الكمية المتداولة للبضائع في الدولة في الاتجاهين ١١٩٧٤٧٢٥ طن مترى.

وإذا كان عدد أيام العمل الرسمية بالدولة هو ٢٤٩ يوم، فإن عدد العربات التى يمكن أن تتحرك داخل الطريق بأمان هو:

$$\frac{11974725}{249} \cong 48091 \text{ عربة نقل / يوم}$$

أي ≅ ٢٤,٤٦ عربة نقل / يوم فى الاتجاه الواحد.

ولقد تم احتساب عدد العربات/يوم فى صورة عامة، كما يمكن احتساب العربات فى الاتجاهين فقط (استيراد وتصدير) حيث يتم ذلك فقط فى الحالات العادية دون حدوث أي طوارئ لتحول بضائع إعادة التصدير أو البضائع العابرة إلى وسيط نقل آخر (برى بواسطة العربات).

حساب عدد عربات النقل/يوم (فى حالة الاستيراد)

أولاً: البضائع الطازجة

بلغت الكميات الطنية للبضائع الطازجة التى تم استيرادها لسنة ١٩٩٦م ما مقداره ٢٨٧٤٠٢,٧٧ طن مترى.

أ- عدد القوافل/سنة = الكمية الطنية / $\frac{\text{الكمية الطنية/يوم}}{\text{عدد الرحلات/يوم}}$

$$= 287402{,}77 \;/\; \frac{3900}{3} \cong 211 \text{ قافلة/سنة}$$

$$\text{ب- عدد العربات/يوم} = \frac{\text{الكمية الطنية}}{\text{الكمية المسموح بها للعربة × عدد أيام العمل}}$$

$$= \frac{\text{٢٨٧٤٠٢,٧٧}}{\text{٣٢,٥ × ٢٤٩}} \cong \text{٣٦ عربة نقل/يوم}$$

ثانياً: البضائع الخطيرة

بلغت الكميات الطنية للبضائع الخطيرة التى تم استيرادها لسنة ١٩٩٦م ما مقداره ٣٦٢٠٦٨,٩٠٢طن مترى.

$$\text{أ- عدد القوافل/سنة} = \text{٣٦٢٠٦٨,٩٠٢} / \frac{\text{٣٩٠٠}}{\text{٣}} \cong \text{٢٧٩ قافلة/سنة}$$

$$\text{ب- عدد العربات/يوم} = \frac{\text{٣٦٢٠٦٨,٩٠٢}}{\text{٣٢,٥ × ٢٤٩}} \cong \text{٤٥ عربة نقل/يوم}$$

ثالثاً: البضائع العامة

بلغت الكميات الطنية للبضائغ العامة التى تم استيرادها لسنة ١٩٩٦م ما مقداره ٧٥١٨٥٨٧,٦٩٠طن مترى.

$$\text{أ- عدد القوافل/سنة} = \text{٧٥١٨٥٨٧,٦٩٠} / \frac{\text{٣٩٠٠}}{\text{٣}} \cong \text{٥٧٨٤ قافلة/سنة}$$

ب- عدد العربات/يوم = $\frac{7518587,690}{249 \times 32,5}$ ≅ ٩٣٠ عربة نقل/يوم

رابعًا: البضائع ذات الطبيعة الخاصة

بلغت الكميات الطنية للبضائع ذات الطبيعة الخاصة التى تم استيرادها لسنة ١٩٩٦م ما مقداره ١٥٦١٦,٧١٢ طن مترى.

أ- عدد القوافل/سنة = ١٥٦١٦,٧١٢ / $\frac{3900}{3}$ ≅ ١٢ قافلة/سنة

ب- عدد العربات/يوم = $\frac{15616,712}{249 \times 32,5}$ ≅ ٢ عربة نقل/يوم

∴ المجموع اليومى لعربات النقل التى تسير على الطريق/يوم لنقل البضائع فى اتجاه واحد (استيراد) = ٣٦ + ٤٥ + ٩٣٠ + ٢ = ١٠١٣ عربة نقل/يوم.

فى حالة توفر ٣ طرق رئيسية مثلاً، فإن ذلك يعنى أنه لو افترضنا توزيع العدد اليومى على هذه الطرق بالتساوى، يكون نصيب كل طريق يوميًا كالتالى:

نصيب كل طريق = $\frac{\text{المجموع اليومى لعربات النقل/يوم}}{\text{عدد الطرق المتوفرة}}$

∴ نصيب كل طريق = $\frac{1013}{3}$ ≅ ٣٣٨ عربة نقل/طريق

حساب عدد عربات النقل/يوم (فى حالة التصدير)

أولاً: البضائع الطازجة

بلغت الكميات الطنية للبضائع الطازجة التى تم تصديرها لسنة ١٩٩٦م ما مقداره ٢٨٩٢٥٧,٩٢٩ طن مترى.

أ- عدد القوافل/سنة = ٢٨٩٢٥٧,٩٢٩ / $\frac{٣٩٠٠}{٣}$ ≅ ٢٢٣ قافلة/سنة

ب- عدد العربات/يوم = $\frac{٢٨٩٢٥٧,٩٢٩}{٢٤٩ \times ٣٢,٥}$ ≅ ٣٨ عربة نقل/يوم

ثانياً: البضائع الخطيرة

بلغت الكميات الطنية للبضائع الخطيرة التى تم تصديرها لسنة ١٩٩٦م ما مقداره ٣٦٧٩٣٢,٣٨٤طن مترى.

أ- عدد القوافل/سنة = ٣٦٧٩٣٢,٣٨٤ / $\frac{٣٩٠٠}{٣}$ ≅ ٢٨٤ قافلة/سنة

ب- عدد العربات/يوم = $\frac{٣٦٧٩٣٢,٣٨٤}{٢٤٩ \times ٣٢,٥}$ ≅ ٤٥ عربة نقل/يوم

ثالثاً: البضائع العامة

بلغت الكميات الطنية للبضائع العامة التى تم تصديرها لسنة ١٩٩٦م ما مقداره ٦٥٨٤٧٤٦,٧٥٨طن مترى.

أ- عدد القوافل/سنة = ٦٥٨٤٧٤٦,٧٥٨/ $\frac{٣٩٠٠}{٣}$ ≅ ٥٠٦٦ قافلة/سنة

ب- عدد العربات/يوم = $\frac{٦٥٨٤٧٤٦,٧٥٨}{٣٢,٥ \times ٢٤٩}$ ≅ ٨١٤ عربة نقل/يوم

رابعًا: البضائع ذات الطبيعة الخاصة

بلغت الكميات الطنية للبضائع ذات الطبيعة الخاصة التى تم تصديرها لسنة ١٩٩٦م ما مقداره ١٥٧٤٣,٩١٩طن مترى.

أ- عدد القوافل/سنة = ١٥٧٤٣,٩١٩ / $\frac{٣٩٠٠}{٣}$ ≅ ١٣ قافلة/سنة

ب- عدد العربات/يوم = $\frac{١٥٧٤٣,٩١٩}{٣٢,٥ \times ٢٤٩}$ ≅ ٢ عربة نقل/يوم

∴ المجموع اليومى لعربات النقل التى تسير على الطريق/يوم لنقل البضائع فى اتجاه واحد (تصدير) = ٣٦ + ٤٦ + ٨١٤ + ٢ = ٨٩٨ عربة نقل/يوم.

وفى هذه الحالة أيضًا ينطبق توزيع المجموع اليومى على الطرق الثلاثة التى ترتبط بالميناء كالتالى:

∴ نصيب كل طريق = $\frac{٨٩٨}{٣}$ ≅ ٢٩٩ عربة نقل/طريق

أقصى عدد من عربات النقل يتحرك بأقصى عنصر أمان على الطرق

يمكن حساب أقصى عدد من عربات النقل والتى يمكن أن تتحرك بأمان على شبكة الطرق الرئيسية كما يلى:

- متوسط مسافات النقل = ٢٠ كيلومتر طولى
- استيعاب الكيلومتر الطولى = ٢ عربة نقل ثقيل
- عدد الرحلات/يوم عمل = ٣ رحلات.

∴ أقصى عدد عربات نقل ثقيل = ٢٠ × ٢ × ٣ = ١٢٠ عربة نقل ثقيل.

∴ أقصى عدد من عربات النقل للطرق الثلاثة = ١٢٠ × ٣ × ٣٦٠ عربة نقل ثقيل/يوم.

ويتضح مما سبق أن عدد العربات التى تسير فى اليوم الواحد أكثر من طاقات الطرق، وهذا يشكل خطورة بالغة فى عنصر النقل؛ وينبه الباحث هنا أوجه الخطر التى يمكن حدوثها من جراء ارتفاع نسبة كثافة المرور فى الطرق الرئيسية.

زيادة استيعاب الطرق الرئيسية

لقد ارتأى الباحث إيجاد بديل للوضع الحالى وبنفس الإمكانيات المتاحة ولكن مع الأخذ فى الاعتبار أن جميع المسافات الآمنة قد تم احتسابها على سرعة أقل من ٥٠ كيلومتر/ساعة، وبالتالى فإن زيادة استيعاب يمكن دراسته من خلال النقاط التالية:

١- زيادة السرعة

إن الزيادة فى السرعة قد تؤدى إلى زيادة فى الاستيعاب للطريق من حيث تقليل زمن الرحلة، إلا أنه فى مثل هذه الحالة لابد من زيادة المسافة الآمنة وهذا سوف يؤدى إلى تقليل أعداد عربات النقل فى الرحلة الواحدة، وهذا بدوره قد يسبب نوعًا من تقليل فى كمية المنقول فى الرحلة الواحدة والذى يؤدى فى النهاية إلى نوع من التكدس.

٢- تقليل السرعة

إن تقليل السرعة يعتبر عامل مهم من أجل الحصول على مسافات آمنة أقل تزيد من استيعاب الطريق، وهذا أقرب للواقع، وسنجد أنه فى هذه الحالة يزيد زمن الرحلة وبالتالى يحدث أيضًا تكدس فى البضائع فى أماكن تواجدها سواء فى الميناء أو عند نقاط الإنتاج وهذا التكدس بدوره يسبب اضطراب فى السوق لعدم اتزان دائرة التوزيع.

الحلول الحالية للحركة على الطرق

لقد ظهر واضحًا من خلال الدراسة توزيع المجموع اليومى للطرق الرئيسية والمرتبطة بالميناء والتى يتم النقل عليها فى الاتجاهين كالتالى:

أ- فى اتجاه الاستيراد = ٣٣٨ عربة نقل ثقيل/يوم.

ب- فى اتجاه التصدير = ٢٩٩ عربة نقل ثقيل/يوم.

فى حين أن الطرق فى حالة ايام العمل العادية لا تستوعب حركة النقل المطلوبة بمعامل الأمان العادى الطبيعى، ويتم توزيع باقى الأنصبة لرفع عامل الأمان على العمل خلال الأجازات الرسمية وعطلات نهاية الأسبوع

والمناسبات الرسمية والأعياد، وهذا يعنى وضع أجور إضافية لعمل النقل، وهذا بدوره يؤدى إلى زيادة المنفق من حسابات الدولة.

وكلما كان الطريق عريضًا متعدد الحارات، فإن السعة التصميمية تكون كافية لزيادة كثافة المرور؛ والمقادير الموضحة فى الجدول رقم (٢-٤) هي على أساس الفروض التالية:

١. عرض حارة المرور هو ٣,٧٥ متر.
٢. الطبانات ذات عرض يكفى لوقوف السيارات عليها بعيداً عن مسار السيارات.
٣. حركة المرور عبارة عن سيارات ركوب فقط.
٤. لا توجد أي عوائق فى التخطيط الأفقى على بعد أقل من مترين.
٥. مسافة رؤية للوقوف كافية لمسافات طويلة ولا توجد مسافات رؤيا للتخطى.
٦. الطريق ذو حارتي مرور.

جدول (٣-٤)

السعات التصميمية والمحتملة للطرق المنشأة

على مستو عال بدلالة عربات الركوب فى الساعة

نوع الطريق	السعة المحتملة (عربة/ساعة)	السعة التصميمية للسرعات المتوسطة الجارية (كم/ساعة)		
		٥٥-٦٥	٦٥-٧٠	٧٠-٨٠
حارتا مرور باتجاهين (مجموع كلى)	٢٠٠٠	١٥٠٠	١١٥٠	٩٠٠
متعدد الحارات (للحارة الواحدة)	٢٠٠٠	١٥٠٠	١٢٠٠	١٠٠٠

جدول رقم (٩)

السمات التصميمية للطرق ذات الحارتي مرور واتجاهين للسرعة المتوسطة الجارية ٧٠ إلى ٨٠ كم/ساعة عربة فى الساعة تطبق لمعظم الطرق الخلوية الرئيسية ذات الحارتي مرور فى الأرض المستوية والمتموجة.

طبيعة الأرض	التخطيط: نسبة الطول الكلى من الطريق المحدد مسافة الرؤيا فيه إلى أقل من ٤٥٠ متراً	السمة التصميمية للطريق ذى الحارتي مرور ، كلا الإتجاهين: ل - عرض الحارة (ن - صفر)	ل - عرض الحارة (ن - ١٠)	ل - عرض الحارة (ن - ٢٠)	ن - النسبة المئوية النقل فى ساعة الذروة (صفر)	ن (١٠)	ن (٢٠)
		١- السرعة التصميمية			١٠٠ أو ١١٠ كم/ساعة الحارات بعرض ٣.٣ ليست مناسبة السرعة التصميمية العالية ذات المرور العالى		
مستوية	صفر	٩٠٠	٧٨٠	٦٩٠			
	٢٠	٨٦٠	٧٥٠	٦٦٠			
	٤٠	٨٠٠	٧٠٠	٦٢٠			
متموجة	٢٠	٨٢٠	٦١٥	٤٨٥			
	٤٠	٨٠٠	٥٧٠	٤٥٠			
	٦٠	٧٢٠	٥١٠	٤٠٠			
		٢- السرعة التصميمية ٩٥ كم / ساعة					
مستوية	صفر	٩٠٠	٨٧٠	٦٩٠	٧٥٠	٦٧٠	٥٩٠
	٢٠	٨١٠	٧٠٠	٦٢٥	٧٠٠	٦٠٥	٥٤٠
	٤٠	٧٠٠	٦١٠	٥٤٠	٦٠٠	٥٢٥	٤٦٥
	٦٠	٥٨٥	٥١٥	٤٠٠	٥٠٠	٤٤٠	٣٩٥
متموجة	٢٠	٨١٠	٥٨٠	٤٠٠	٧٠٠	٥٠٠	٣٩٠
	٤٠	٧٠٠	٥٠٠	٣٩٠	٦٠٠	٤٣٠	٣٤٠
	٦٠	٥٨٥	٤٢٠	٣٢٥	٥٠٠	٣١٠	٢٨٠
	٨٠	٤٨٠	٣٤٠	٢٧٠	٤١٠	٢٩٠	٢٣٠
	٣- السرعة التصميمية ٨٠ كم / ساعة: الطرق التى سرعتها التصميمية لاتزيد عن ٨٠كم/ساعة ليست قادرة على اعطاء سرعة جارية ٧٠-٨٠كم/ساعة إلا فى حالة كمية المرور المنخفضة جداً						

الجداول السابقة تعطى السعات طبقاً للتغير فى الأجزاء التصميمية المختلفة للطريق والتى تؤثر على السرعة والسعة أي طبيعة الأرض، مسافات الرؤيا المتاحة، عرض الحارة، النسبة المئوية للنقل خلال ساعة الذروة والسرعة التصميمية المقترحة ويمكن استخدام هذه الجداول مباشرة فى التصميم كما يمكن استخدامها فى التخطيط والمراحل الأولية للتصميم لتحديد مدى الحاجة لتحسين طريق حالى مباشرة.

ولنفرض مثلاً أن طريق رئيسي ذى حارتي مرور فى منطقة متموجة، مسافة الرؤية المقيدة هى ٦٠٪، ٦ متر عرض رصف، السرعة التصميمية ٩٥ كم/ساعة مع نسبة ١٠٪ نقل وقت ساعة الذروة، هذا الطريق يراد تحسينه، السعة التصميمية لهذا الطريق تم تقديرها بـ ٦٠٠سيارة بينما السعة التصميمية للحالة القائمة هي المبينة فى الجدول رقم (٢-٥) حوالى ٣٦٠ سيارة فى الساعة؛ وبالبحث فى الجدول نجد أن كمية المرور ٦٠٠ سيارة فى الساعة تقريباً (٦١٥ فى الجدول) يمكن استخدامها إذا زدنا السرعة إلى ١٠٠ أو ١١٠ كم/ساعة واتسع الرصف إلى ٧,٢٠م، وتم عمل تعديل فى التخطيط حتى يمكن إنقاص مسافات الرؤية المقيدة إلى ٢٠٪؛ وفى حالة عدم إمكان تحسين التخطيط، تنشأ الحارات الصاعدة أو يتم إدخال أجزاء متقطعة، ٤ حارات مرور لتعادل تأثير مرور النقل ومسافات الرؤية المقيدة.

الطرق المتعددة الحارات

إذا لم يكن من الميسور أو يوجد عبور قليل للطريق والمرور عليه ضعيف بحيث لا يؤثر على حركة المرور على الطريق الرئيسي، أي أن التصميم الهندسي يلائم أو قريب من الطريق السريع، يتم أخذ قيمة السعة التصميمية من الجدول رقم (٢-٤).

والجدول التالى رقم (٢-٦) يوضح مقدار التخفيض فى السعة الذى يقابل مسافة الخلوص بين حافة الرصف والعوائق التى تكون موجودة على الكتف، وهذا التخفيض عبارة عن نسبة مئوية تستنتزل مباشرة من السعات التصميمية ومن السعات الممكنة، ذلك على مدى الوقت للنور الأخضر الممكن الحصول عليه والحالات الأخرى، وربما احتاج الأمر إلى حارات إضافية عند التقاطع لتعطى سعة خلال التقاطع ليصل لكمية المرور التصميمية أو سعة الطريق فى مكان ما.

الوصلات ونهاية الوصلات

من الممكن أن تكون سعة الوصلة محدودة بخواص الوصلة مدخل النهاية أو مخرج النهاية أو بالأجزاء، حيث يندمج المرور بالوصلة مع المرور الآخر؛ وفى معظم الحالات يقلل مدخل النهاية من السعة، وقد تتغير السعة التصميمية للوصلة ذات الحارة الواحدة من ٦٠٠ إلى ١٥٠٠ عربة فى الساعة.

وتتراوح السعة التصميمية لمدخل نهاية الوصلة ذات الحارة الواحدة وله حارة زيادة سرعة بالاستنتاج تقريباً من ١٢٠٠ إلى ١٥٠٠ فى الطرق الخلوية وعند مشارف المدن على التوالى وعدد العربات الطوالى فى الساعة والتى تحتل الحارة الملاصقة للوصلة، العدد فى كل حالة يتضمن العدد الكافى لعربات

الركوب، أما عربات النقل فلكل عربة نقل -فى حالات كثيرة- فإن الوصلة تكون محكومة بواسطة السعة فى الطريق الرئيسى فيما بعد نهاية الوصلة والتى لا تزداد بالمرور الطولى والداخلة؛ والمرور الذى يساوى فى الحجم السعة للطريق الرئيسى فيما بعد نهاية الوصلة سوف يوزع نفسه على الحارات.

السعة التصميمية لمخرج النهاية الموصلة ذات مخرج حارة واحدة له تخفيض يمكن تقريبه كأعلى ولكن باستخدام قيم ١٣٠٠ للمناطق الخلوية و١٦٠٠ فى المناطق الحضرية، وهذه القيم تتضمن أيضاً العدد المكافئ لعربات الركوب لكل عربة نقل؛ أما القيم العالية للسعة فيمكن تحقيقها حينما تكون حارة على الطريق مباشرة إلى الوصلة أو منها كحارة إضافية على الطريق أو حينما يعطى التصميم الملائم حركة حارتين على الوصلة.

سلامة المرور **Traffic Safety**

دلت سلامة المرور فى بيانات الحوادث على أنها مرشد ذو قيمة لتصميم الطريق، وقد بينت هذه الخبرة الآتى:

أ- يزداد معدل الحوادث بزيادة كمية المرور.

ب- التحكم فى الوصول للطريق من أهم العوامل الهامة فى تقليل الحوادث، تبلغ معدلات الحوادث والقتل بالنسبة للطرق الذى يتحكم فى الوصول إليها كلية أنها من ثلث إلى نصف من الطرق التى ليس لها تحكم فى الوصول إليها؛ فقد أثبت التحكم الجزئى للوصول إلى الطريق أنه ذو فائدة فى المناطق الخلوية ولكن أقل فائدة فى المدن.

ج- الظواهر التصميمية التى تقلل من تغيير سرعات العربات، مثل الانحدارات السهلة، المنحنيات السهلة، حارات تغير السرعة، فصل المستويات تعطى أمان للطريق.

د- نقل الحوادث عموماً مع المستويات العالية للقطاع العرضى.

هـ- تزداد الحوادث بكثرة مع تواجد العوائق على جانب الطريق مثل حوائط الكبارى، أعمدة النور، علامات المرور، الأشجار، ...إلخ.

و- تزداد الحوادث بازدياد عدد التقاطعات، وقد تحقق تحسنات فى سلامة المرور بواسطة التقاطعات القنواتية وإشارات المرور وعمل جزر مأوى للسلامة.

التحليلات لصالح مستخدم الطرق

تعتبر العلاقة بين التكاليف والعائد مقياس للتحكيم، وغالباً ما يعتبر عاملاً حاسماً فى تعيين الظواهر الهندسية للتصميم.

إن التحليلات لصالح مستخدم الطرق هو دليل رئيسى فى مقارنة المواقع المتبادلة له للطريق وأنواعها وفى مقارنة التصميمات المتبادلة لأي تقاطع.

محددات التصميم

محددات التصميم اصطلاح يدل على العوامل أو الخدمات الرئيسية التى يصمم من أجلها الطريق، ويجب أن تكون تقسيمات التصميم وجيزة بحيث يسهل فهمها، وفى نفس الوقت كاملة بحيث توضح عوامل التصميم الرئيسية التى تعين التصميم فى جملته.

ومن الواضح أن هناك ثلاثة عوامل رئيسية تحدد المعالم الهندسية الرئيسية للطريق وهي كمية المرور وطبيعته والسرعة التصميمية.

أما عوامل التصميم الأخرى وضوابطه كالظروف الطبوغرافية والمعالم الطبيعية والسعة والأمان والاقتصاد، فكل ذلك له أهمية أساسية، غير أنها إما أن تكون منطوية فى مفعول الثلاثة عوامل الرئيسية السابق ذكرها أو أنها تتعلق بتفاصيل أكثر عمقاً فى معالم التصميم، ولا يعتبر من الضرورى ذكرها فى الموجز المبسط لمحددات التصميم.

لما كانت كمية المرور هي العامل الهام الأول فى محددات التصميم، فيجب أن تتضمن البيانات اللازمة عن كميات المرور الحالية والمستقبلية وأحسن الطرق لبيان ذلك هو أن يذكر متوسط المرور اليومى (م.م.ى) مع إيضاح السنة الحاضرة والسنة التصميمية المستقبلية، وهناك ما هو أهم من ذلك وهو كمية المرور التصميمية فى الساعة (م.ت.س) لمجموع الاتجاهين، ومن المهم أيضاً وخاصة فى الطرق متعددة الحارات، بيان توزيع المرور بحسب الاتجاه وذلك بإيضاح المرور فى الاتجاه الغالب كنسبة مئوية (ج) تعطينا البيانات اللازمة عن كمية المرور فى أعمال تحسين الطرق.

طبيعة المرور أو مكوناته هي العامل الهام المؤثر الثانى وهي يجب أن توضح نسبة عربات النقل فيما عدا عربات التوزيع الخفيفة من المرور المتدفق، ولما كانت (م.ت.س) هي المقدار الحاكم فى التصميم الهندسى، لذلك وجب ذكر عربان النقل كنسبة مئوية (ن) من هذا المقدار.

السرعة التصميمية هي ثالث العوامل الهامة المؤثرة وآخرها فى محددات تصميم الطرق، فهي الأساس لجميع درجات التصميم القياسية، وبإضافة (م.ت.س.ن) إليها يمكن أن نتبين ظروف تشغيل العربات وسرعاتها المنتظرة.

القائمة التالية هي مثال للطريقة التى تتبع فى بيان محددات التصميم لأعمال تحسين الطرق:

التحكم فى الوصول	=	كاملاً
م.م.ى (١٩٩٢)	=	١٠٢٠٠
م.م.ى (٢٠١٢)	=	٢٢٠٠٠
م.ت.س	=	٢٩٥٠
هـ	=	٦٠٪
ن	=	٨٪
ع	=	١١٠ كم/ساعة.

الإنشاء على مراحل Stage Construction

عندما تكون الاحتياجات الحالية لا تتطلب التصميم بصورته النهائية، فإنه يمكن وضع برنامج إنشائى على مراحل؛ وكثير من مقترحات الإنشاء على مراحل تنبثق من الرغبة فى إجراء تحسين بالمبالغ الميسرة قبل أن يحين الوقت الذى يمكن فيه تمويل عملية الإنشاء النهائى ولا يعنى بذلك تخفيض فى مستوى التصميم.

وعندما يكون الاقتصاد لازماً، فيجب إعطاء الاعتبار الأول لتوفير الكفاية لحركة المرور، وفى حالة عدم وجود المال الكافى نجد أمامنا ثلاثة عوامل لتخفيض المصروفات وهي:

١- تخفيض مستوى التصميم الهندسى.

٢- تقصير الطول الذى يتقرر تحسينه.

٣- التوفير فى تصميم الرصف.

الإجراء الأول من هذه الوسائل هي أقلها قبولاً لأن المعالم الهندسية الخاصة بالتخطيط والانحدار ومدى الرؤية متى تم تنفيذها على الطبيعة فإن تغيير إنشائها في المستقبل يتضمن تكاليف غالية، وعليه فإن الأفضل هو تقصير طول المشروع أو تخفيض تصميم الرصف، ويجب ألا يتقرر اختيار أحد الإجرائين الثانى أو الثالث إلا بعد موازنة دقيقة بينهما.

عناصر التصميم

إن إمكان رؤية السائق لما أمامه أمر بالغ الأهمية فى تشغيل السيارات على الطريق بكفاية وأمان، فإن أريد الأمان للطرق يجب على المصمم أن يهيء مسافة رؤية بطول يكفى لأن يتمكن السائقون من ضبط سرعات سياراتهم تفادياً لأي عائق مفاجئ على الطريق، كذلك فإن الطرق ذات الحارتين يجب أن يهيأ بها على فترات عديدة وفى أجزاء كبيرة من أطوالها مسافة كافية تكون الرؤيا بها مكشوفة بحيث يمكن للسائقين تخطى عربات أخرى أمامهم دون مخاطرة.

مسافة الوقوف

مسافة الوقوف هي أقل مسافة لازمة لإيقاف سيارة مسافرة بالسرعة التصميمية للطريق أو قريباً منها قبل الوصول إلى عائق فى مسارها، وهي تساوى مجموع المسافات أثناء الإبصار والتفكير ومسافة الفرملة، ومسافة الرؤيا لكل نقطة من الطريق، ويجب أن يكون أطول ما يمكن، وعلى الأقل كما فى الجدول التالى (٢-٥) والجدول رقم (٢-٦) حيث يوضح أقل مسافة للوقوف أو عدم التخطى.

جدول (٣-٥)

أقل مسافة للوقوف أو عدم التخطى

السرعة التصميمية/ساعة	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠	٩٠	١٠٠	١١٠	١٢٠	١٣٠
أقل مسافة للوقوف بالمتر	٦٠	٧٥	٩٠	١٠٠	١٣٠	١٦٠	١٨٠	٢٠٠	٢٢٥

وتقاس مسافة الرؤيا للوقوف أو عدم التخطى من موضع عيني السائق وهو معتبر أنه يرتفع ١,١٥ متر فوق سطح الرصف إلى موضع جسم على الطريق بارتفاع ١٥ سم، ويلاحظ أن هذه المسافة تتغير بالزيادة أو النقص فى الحركة على الانحدارات الصاعدة أو النازلة، ويضاف الفرق المحسوب من المعادلة التالية جبرياً إلى مسافة الوقوف:

$$\text{فرق مسافة الرؤية نتيجة الانحدارات} = \frac{٢٤}{٣٠٠}\left(\frac{١}{ك} - \frac{١}{ك + م}\right)$$

حيث:

ع = السرعة التصميمية (كم/ساعة)

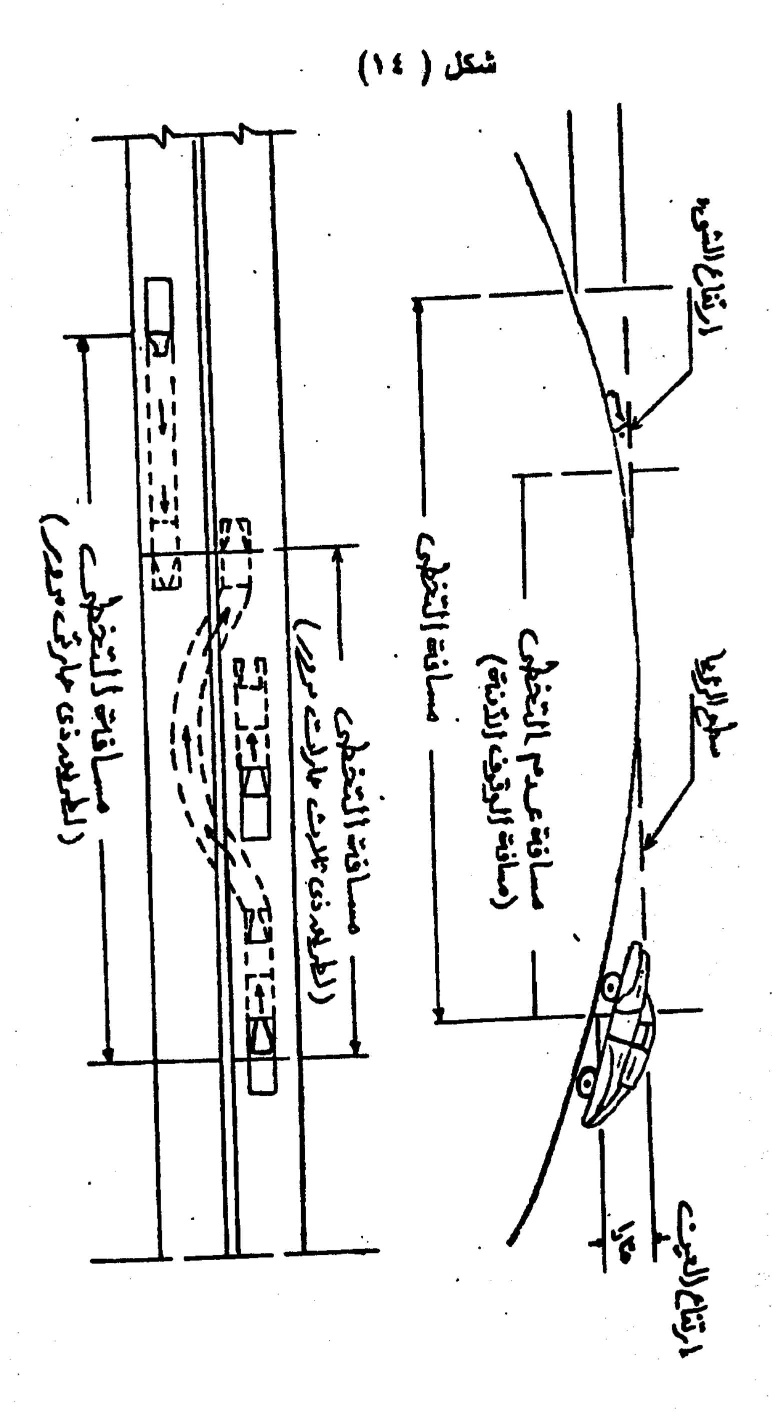
ك = معادل الاحتكاك وهو يتراوح بين ٠,٣٧ إلى ٠,٢٧ ويؤخذ ٠,٣٧ عند السرعة ٤٠ كم/ساعة بينما يؤخذ ٠,٢٧ عند السرعة ١٢٠ كم/ساعة

م = الميل الطولى للطريق وهو = الميل (٪) ÷ ١٠٠.

فى الطرق ذات الحارتين، لإمكان تخطى السيارات بأمان، فإنه يجب أن يرى السائق أمامه مسافة كافية خالية من المرور بحيث يمكنه إتمام عملية التخطى دون أن يحتك بالسيارة التى يتخطاها ودون أن تعترضه أي عربة مضادة يحتمل ظهورها بعد أن يبدأ التخطى، وعند الحاجة يمكن للسائق أن يعود إلى الحارة اليمنى إذا ما رأى عربة مضادة له قبل أن يكمل عملية التخطى؛ وكثيراً ما تتم عمليات من التخطى دون أن يرى السائق منطقة آمنة للتخطى أمامه، ولكن التصميم الذى يبنى على أساس مثل هذه العمليات لا يكون فيه معامل إلا من المرغوب وكثير من السائقين ذوى الخبرة وسوف لا يحاولون التخطى فى مثل هذه الظروف؛ وعليه فالتصميم على هذا الأساس يقلل الانتفاع بالطريق؛ إن مسافة الرؤيا التى تستخدم فى التصميم يجب تحديدها على أساس الطول اللازم لأن تتم عملية التخطى العادية بأمان، ومسافة الرؤيا التى ينتفع بها فى التخطى عند أي مكان هي أطول مسافة يمكن للسائق بها أن يرى بعينيه وهما على ارتفاع ١,٣٥ متر من سطح الرصف قمة جسم يرتفع ١,٣٥ متر من الطريق.

ويكون الاهتمام بمسافة الرؤيا للتخطى فى الطرق ذات الحارتين فقط، وفى المواقع الصعبة قد يكون إنشاء مسافة من الطريق بأربع حارات مقسمة ويتوفر بها مسافة الرؤيا لعدم التخطى أفضل اقتصادياً فى بعض الحالات من إنشاء حارتين فقط مستوف بها مسافة الرؤيا للتخطى، ويجب أن تساوى المسافة المبينة فى الجدول رقم (٢-٦) الآتى.

شكل (١٤)



جدول (٣-٦)

السرعة (كم/ساعة) وأقل مسافة رؤيا للتخطى بأمان (بالمتر)

السرعة (كم/ساعة)	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠	٩٠	١٠٠	١١٠	١٢٠	١٣٠
أقل مسافة رؤيا للتخطى (متر)	٣٣٠	٤٤٠	٥٠٠	٥٤٠	٦٣٠	٧٠٠	٧٥٠	٧٨٠	٨١٠

ويجب ملاحظة أن للانحدار الصاعد أو النازل تاثير على المسافة حيث تقل أو تزيد طبقاً للانحدار وطبقاً للمعادلة السابق ذكرها من حساب تأثير الانحدار على مسافة الوقوف.

التخطيط الأفقى

عموميات

لكي يكون هناك توازن فى تصميم الطريق، يجب كلما أمكن من الناحية الاقتصادية أن تحدد جميع الأجزاء الهندسية للطريق بحيث يمكن تشغيل العربات تشغيلاً مستمراً آمناً بالسرعة المحتمل سير المرور بها تحت الظروف السائدة لهذا الطريق، ويتم إجراء الجزء الأكبر من ذلك عن طريق اتخاذ السرعة التصميمية حكماً عاماً.

ففى تصميم منحنيات الطريق، يجب إيجاد العلاقة المناسبة بين السرعة التصميمية وبين مقدار الانحناء والعلاقة بين هذين العاملين وبين رفع الظهر، وتعتمد تلك العلاقات على قوانين الميكانيكا، أما المقادير الفعلية التى تستخدم فى التصميم، فهي خاضعة لحدود عملية ومعاملات وضعت تقريباً بالخبرة على المدى الذى تتفاوت فيه التغييرات المَوجودة.

عندما تتحرك سيارة فى مسار دائرى، فإنها تتاثر بالقوة المركزية الطاردة التى تعمل على دفعها قطرياً إلى الخارج، وهذه القوة يقاومها مركبة وزن العربة

الناتجة من رفع ظهر الطرق كما يقاومها الاحتكاك الجانبى بين إطارات العجل وسطح الطريق.

والمعادلة الأساسية عن حركة السيارة فى منحنى هي:

$$ر + ف = \frac{ع^{2}}{١٢٨ \text{ نق}}$$

حيث:

ر = معدل رفع الظهر للطريق بالمتر لكل متر

ف = معامل الاحتكاك الجانبى

ع = سرعة السيارة (كم/ساعة)

نق = نصف قطر المنحنى بالأمتار.

وتستخدم هذه المعادلة لتصميم المنحنى الذى يمكن السير عليه بأمان عند سرعة معينة.

وقد وضعت المعدلات القياسية لرفع الظهر حيث يبقى الجزء من القوة المركزية الطاردة الذى يجب مقاومته عن طريق احتكاك الإطارات داخل الحدود المسموحة؛ والحدود المأمونة لمعاملات الاحتكاك التى تستخدم فى التصميم حسب السرعات المختلفة هي:

السرعة (كم/ساعة)	المعامل المأمون للاحتكاك (ف)
٥٠	٠,١٦
٦٠	٠,١٥
٧٠	٠,١٥
٨٠	٠,١٤
٩٠	٠,١٣
١٠٠	٠,١٣

والجـدول رقـم (٣-٧) يوضـح القـيم المحسـوبة لأطـوال أنصـاف الأقطـار باستخدام مقادير (ف) المذكورة آنفاً مع حد أعلى لقيمة (ر) ١٠٪، وقد توضح أيضاً أقل القيم التصميمية لأنصاف الأقطار.

جدول (٣-٧)

القيم المحسوبة لأطوال أنصاف الأقطار

السرعة التصميمية (كم/ساعة)	أقصى ر	أقصى ف	المجموع	القيمة الصغرى المحسوبة لنصف القطر بالأمتار	القيمة التصميمية الصغرى لنصف القطر بالأمتار
٥٠	٠,١٠	٠,١٦	٠,٢٦	٧٦	٨٠
٦٠	٠,١٠	٠,١٥	٠,٢٥	١١٣	١٢٠
٨٠	٠,١٠	٠,١٤	٠,٢٤	٢١٠	٢٥٠
١٠٠	٠,١٠	٠,١٣	٠,٢٣	٣٤٠	٣٥٠

رفع الظهر

عند تصميم منحنيات الطرق، يلزم تحديد معدلات الرفع التى تتبع مع كل سرعة تصميمية لمختلف درجات الانحناء الممكنة، ويختلف معدل الرفع بين حدين أحدهما نهاية عظمى تتقرر تبعاً لاعتبارات عملية وتستخدم لتحديد أصغر نصف قطر انحناء لكل سرعة، وتختلف تلك النهاية العظمى تبعاً لاختلاف الظروف؛ أما النهاية الأخرى لمقدار الرفع فهي الصفر حيث لا يلزم أي رفع فى الأجزاء المستقيمة من الطريق، وبالنسبة لأنصاف الأقطار المتفاوتة بين هذين الحدين، وباتباع السرعة التصميمية المقررة، يجب أن يتوزع رفع الظهر تبعاً لعلاقة مقبولة بين معامل الاحتكاك الجانبى وبين معدل الرفع الذى تتبع.

المنحنيات الأفقية المنبسطة جداً لا تحتاج إلى رفع الظهر، فالعربات التى تدور يميناً تجد قليلاً من الرفع فى القطاع العرضى الطبيعى رفعاً عكسياً أي سالباً، ولكن فى حالة المنحنيات المنبسطة تكون محصلة الاحتكاك المطلوب لمقاومة كل من القوة المركزية الطاردة والرفع السالب صغيرة، ومع ذلك فزيادة تقوس المنحنيات المتتالية شيئاً فشيئاً مع الاحتفاظ بنفس السرعة تولد حالة يكون فيها معامل الاحتكاك العكسى كبير جداً، ويلزم عمل انحدار جانبى بكامل عرض الرصف ليساعد على مقاومة القوة المركزية الطاردة؛ وأي بيان عن القيم القياسية المستخدمة فى رفع الظهر يفرد بنداً لهذه الحالة، ويوضح ذلك البند أقل درجة تقوس يلزم لها عمل الرفع، أو بعبارة أخرى أقل نصف قطر انحناء يمكن أن يستبقى معه القطاع العرضى الطبيعى أو التنفيخ، ومن الواجب تعيين ذلك الحد الأدنى من التقوس الذى يتطلب رفع الظهر ضماناً للحصول على قيم متناسقة من معامل الاحتكاك لمختلف السرعات المنتظرة مع مراعاة تأثير الانحدار الجانبى للقطاع العرضى العادى فى كلا

اتجاهي المرور، وكل ذلك يستدعى زيادة نصف القطر كلما ارتفعت السرعة التصميمية.

تخطيط شبكات النقل الدولى بالسيارات

نظراً لأن سفن الحاويات الضخمة لن ترسو إلا فى عدد محدود من الموانئ، وأن بلاداً نامية عديدة لن تخدمها مباشرة تلك السفن، فيمكن توقع ازدياد أهمية النقل الداخلى الدولى بالطرق وبالسكك الحديدية وفى الممرات المائية الداخلية، وبالمثل يتطلب اشتراك البلاد غير الساحلية فى النقل المتعدد الوسائط وصلات نقل دولى تتوفر لها النوعية اللازمة للنقل بالحاويات.

ويوجد بالفعل عدد من وصلات النقل الدولى هذه فيما بين البلاد النامية، ففى حالة النقل على الطرق توجد أربعة مشاريع كبرى لطرق رئيسية قارية تستهدف إيجاد روابط قارية أوثق:

- شبكة الطرق الرئيسية عبر الأسيوية والتى تربط جميع البلاد الواقعة بين إيران وفيتنام.
- شبكة الطرق الرئيسية للبلاد الأمريكية وهي تتألف من ثمانية طرق طولية وثمانية طرق عبر قارية وطريقين دائريين تربط جميع بلاد الإقليم وتوفر منفذاً مباشراً من ساحل المحيط الهادى إلى ساحل المحيط الأطلسى.
- شبكة الطرق الرئيسية عبر الأفريقية وهي تتألف من خمسة مشاريع طرق رئيسية كبرى.

- شبكة الطرق الرئيسية غرب الأسيوية التى تربط بلاد لإقليم اللجنة الاقتصادية لغربى آسيا.

أثر النقل بالطرق البرية على عمليات التشغيل

فى حالة التنافس، يتاثر اختيار الوسيلة من خلال معايير التكلفة ونوعية الخدمات؛ وتكاليف النقل بالطرق البرية بالنسبة للوسائل الأخرى ليست عاملاً ثابتاً، ولكنها تختلف تبعاً لعدد من الشروط مثل: طول الطريق الرئيسى، نوع الشحنة وحجمها ووزنها، أوضاع البنية الأساسية وكثافة حركة المرور وبشرط توافر وسائل بديلة لشحنة معينة، يكون فى النهاية اختيار الشاحن للوسيلة التى يستخدمها والأهمية التى يعلقها على معايير التكلفة ونوعية الخدمة، ومع ذلك، على موردى خدمات النقل والهيئات العامة التى توفر البنية الأساسية الضرورية تقييم فوائد وسائل النقل المختلفة طبقاً لهذه المعايير ومعايير مماثلة للوصول إلى أمثل قرارات الاستثمار تمشياً مع خطط تنمية القطر أو الإقليم.

ومن الصعوبة بمكان إجراء مقارنة دقيقة لتكاليف النقل من خلال الوسيلة وعلى أساس نقدى، ويرجع ذلك بصفة رئيسية إلى أن تكاليف البنية الأساسية لا يمكن تخصيصها بدقة كبيرة للحاويات المحمولة على حدة، بينما يمكن حل هذه المشكلة جزئياً على الأقل فى النقل بالسكك الحديدية، ولكن من المستحيل حلها فى حالة النقل بالطرق البرية حيث تخصص التكاليف بين مجموعة غير متجانسة من المستخدمين، ولا تواجه هذه المشكلة فى مرحلة تخطيط البنية الساسية فقط، ولكن ايضاً عند تقرير مستوى الرسوم المفروضة على المستخدم وخاصة للمركبات الأجنبية العابرة.

ودون أن نأخذ تكاليف البنية الساسية بعين الاعتبار، نرى أن تكاليف النقل بالطرق البرية تعطى مردودية أكبر فى حالة المسافات القصيرة، وإذا أخذت تكاليف البنية الأساسية بعين الاعتبار، فإن التأثير الفعلى على نسبة التكاليف المتغيرة إلى الثابتة يتوقف على وسيلة تحصيل الرسوم المفروضة على المستخدم، فإذا تم تقديرها كمبلغ إجمالى مقطوع فى شكل ضريبة مركبات على أساس أي نوع من الخواص التقنية فسوف تزداد أهمية عنصر التكلفة الثابتة، أما إذا فرضت على أساس ضريبة وقود أو رسوم عبور طريق، فستصبح نسبة التكاليف المتغيرة أعلى.

ويشكل الوقود أهم بند فى التكاليف المتغيرة بحيث يصل إلى ٥٠٪ من التكاليف المتغيرة أو حوالى ٣٣٪ من مجموع التكلفة للكيلومتر الواحد، ومع زيادة أسعار الوقود يتوقع أن تزداد الحصة النسبية ارتفاعاً بالرغم من الجهود التى تبذلها الصناعة لخفض الاستهلاك؛ ومن المحتم أن تكون نتائج هذه الجهود محدودة نظراً للقيود. النقدية والتنظيمية والتشغيلية التى تحد من أوزان المركبات وأبعادها.

ومن الواضح، مع زيادة أسعار الوقود ذى القاعدة النفطية، ميل الوضع التنافسى للنقل بالطرق البرية فى مواجهة النقل بالسكك الحديدية نحو التدهور، وترجع الأسباب فى ذلك إلى شقين:

أولاً: تتجه كفاءة الطاقة للنقل بالسكك الحديدية إلى الارتفاع بشكل كبير.

ثانياً: بينما يمكن للسكك الحديدية أن تتحول إلى مصادر طاقة بديلة – ممكن أن تكون محلية– يعتمد النقل بالطرق البرية بالكامل على وقود ذى قاعدة نفطية، غير أنه فيما يتعلق بكفاءة الطاقة، من

الضروري استخدام بعض التحديدات، فعلى أساس من الباب إلى الباب، قد يصل النقل بالطرق البرية إلى مستوى مماثل لكفاءة الطاقة مثل النقل بالسكك الحديدية التي تسببها عمليات النقل، والمسافات الأطول للنقل بالسكك الحديدية وخدمات التسلم والتسليم، وأكثر من هذا، تتطلب السكك الحديدية حد أدنى من حمل البضائع الفعلي لتبرير (استهلاك الطاقة) حركة الوزن الثقيل للقطار نفسه.

وبما أن وجود حد أدنى معين من عدد الحاويات لنقلها لحد أدنى من المسافة، يعاني النقل بالطرق البرية من تكاليف إضافية في مقابل وسائل النقل الداخلي البديلة والتي ستنعكس في اسعار الشحن، ولنذكر مثالاً، تصل أسعار شحن حاوية سعة (٢٠) قدم بواسطة النقل المائي الداخلي من روتردام إلى ستراسبورج في فرنسا حوالي ٣٠٠ دولار بالمقارنة بالطرق البرية التي تصل إلى ٥٥٠ دولار، وبناءاً على ذلك تكون تكلفة النقل بالطرق البرية أعلى بمقدار مرتين تقريباً من النقل بواسطة الصنادل على الرغم من أن التكاليف الإضافية المفروضة على الصنادل كرسوم مناولة مرتفعة في ميناء روتردام.

الأدوار التكميلية للنقل بالطرق البرية والوسائل الأخرى للنقل الداخلي

التغيرات في التوزيع على وسائل النقل

نظراً للتكاليف المرتفعة نسبياً للنقل بالطرق البرية الرئيسية الطويلة وافتقاره النسبي إلى كفاءة الطاقة مع الاعتماد الكامل على الوقود ذو القاعدة النفطية من جانب ومناولة الحاويات وخواص النقل من جانب آخر،يقدم نقل الحاويات بالطرق الداخلية أوضاعاً مثالية للعلاقة التكميلية بين الطرق البرية والسكك الحديدية وبين الطرق البرية والنقل بالطرق المائية الداخلية على

التوالى، وفى نظام كهذا، ستترك حركة نقل الحاويات على الخط الرئيسى إلى وسائل تعود فيها التكاليف بفوائد أكبر أي السكك الحديدية والطرق المائية الداخلية، بينما ستقوم بخدمات التسلم والتسليم الطرق البرية.

ويتضمن نظام من هذا النوع التوصل إلى حل وسط بين التكلفة والنوعية مما يقدم عدداً من المزايا ليس فقط إلى الشاحنين والمرسل إليهم ولكن أيضاً إلى الاقتصاد الوطنى، وستتأثر نوعية النقل قليلاً إذا استخدمت قطارات خاصة لنقل الحاويات أو سفن على الخط الرئيسى؛ ويأخذ هذا الاختبار بعين الاعتبار أن معظم الحاويات لا تتطلب النقل بالسرعة التى تقدمها كل وسائل النقل بالطرق البرية، وبالتالى تحذف عن الشاحنين دفع مقابل لنوعية من الخدمات لا يحتاجون إليها بالضرورة، ومع ذلك يتم الحفاظ على نوعيات أو خواص النظام الأخرى مثل النقل من الباب إلى الباب.

وكما سبق أن بيننا يجب نقل حد أدنى من عدد الحاويات لضمان أن القطارات أو سفن نقل الحاويات الداخلية تسير فى مواعيد بصورة منتظمة، وإذا لم تكن هذه الحالة، أي إذا تم نقل الحاويات على أساس أنها قطارات على عربات محطة بالكامل، فلن يكون الجمع بين السكك الحديدية والشاحنات ذا أهمية كبرى، وستكون مدد العبور طويلة جداً وستظهر مشاكل النقل بشكل دائم.

وبصرف النظر عن عدم وجود تأثير سلبى على نوعية النقل بالطرق البرية، فإن الجمع بين النقل بالسكك الحديدية أو بالطرق المائية والنقل بالطرق البرية، يضيف خواصاً إلى إجمالى سلسلة النقل، وتسمح هذه الخواص باستخدام

النقاط القوية للسكك الحديدية والطرق المائية الداخلية أي نقل شحنات كبيرة متجانسة عبر مسافات طويلة خلال مدد عبور قصيرة نسبياً وبتكاليف منخفضة نسبياً؛ وبالإضافة إلى ذلك، يخلق إعادة شحن الحاويات، على عكس البضائع غير المعبأة فى حاويات، بين السكك الحديدية أو الطرق المائية الداخلية وبين الطرق البرية مشاكل قليلة فيما يتعلق بتكاليف المناولة ومدد العبور والسرقة وتلف البضائع.

وعلى مستوى الاقتصاد الوطنى، هناك اتجاه نحو التوزيع على وسائل النقل عند نقل الحاويات يتمشى مع السياسة العامة المتبعة للنقل والوضع الأمثل لتخصيص الموارد النادرة؛ والعوامل الرئيسية التى تحدد مفهوم التوزيع المستصوب على وسائل النقل تشمل أهداف التنمية العامة وتخصيص الأموال للاستثمار فى البنية الأساسية، وإلى حد متزايد، مشاكل موازين المدفوعات الناتجة عن ارتفاع أسعار الطاقة، ويتحتم التوافر المحدود للموارد سياسة حكومية منظمة وتشجيعية لضمان أمثل استخدام للبنية الأساسية ونظم النقل الموجودة؛ ونقل الحاويات على الطرق الرئيسية بواسطة السكك الحديدية أو الطرق المائية الداخلية وما يتبعه من توزيع (أو ما يسبقه من استلام) بواسطة الطرق البرية يتجه إلى دعم مفهوم التوزيع على وسائل النقل إلى حد توافر السعة على خطوط السكك الحديدية أو الطرق المائية الداخلية.

تأثير سعة الطريق على قطاعات الإنتاج

تتأثر عمليات الإنتاج لأي سلعة منذ كونها فى حالة مواد أولية وحتى تصل إلى شكلها النهائى على عمليات نقل متتابعة حيث تنقسم عمليات النقل إلى قسمين هما:

أ- عمليات نقل لإمداد مواد الإنتاج إلى مكان التصنيع.
ب- عمليات نقل البضائع كاملة الصنع إلى الأسواق المختلفة.

ولذلك فإن استخدام الطرق ذات الاستيعاب الأكبر سوف تؤثر تأثيرًا مباشرًا على كل من عمليتي النقل المذكورتين أعلاه وبالتالي تؤثر على قطاع الإنتاج. ولذلك فإنه في الدول الصناعية المنتجة إنتاجًا كبيرًا من أجل استكمال احتياجات الأسواق وتحقيق عائد اقتصادي مجزي، فإن جميع قطاعات الإنتاج تشرك متخصصي النقل في وضع المخطط الكامل للموقع المراد إنشاء مصنع عليه وحتى يكون ضمن حسابات المسئولين سعة الطريق الذي سيستوعب مجموع المواد المنقولة في حالتي الإمداد وكذلك التوزيع وهل عرض الطريق وعدد حاراته الموصلة من وإلى المصنع يكفي حال البناء وكذلك لمدة عشر أو خمسة عشر سنة في المسقبل، وأيضًا لابد من توضيح مدى إمكانية سعة الطريق في استيعاب ما قد يزيد من عمليات الإنتاج وهل من الممكن زيادة سعة الطريق بزيادة عدد حارات المرور من عدمه، فكل هذه المعلومات يجب أن تدخل في الحسابات الخاصة وقبل أي عملية إنشاء؛ ويمكن توضيح ذلك في المثال التالي:

بصفتك منظمًا للنقل بالشركة الدولية للصناعات والتي تمتلك المصانع التالية:
أ- مصنع لإنتاج حديد التسليح بطاقة ٦٥٢٩٨٥ طن/سنة على شكل حزم كل حزمة وزنها ٣ طن بطول ٦ متر.
ب- مصنع ينتج أدوات طعام معدنية (شوك، سكاكين، ملاعق، ...إلخ) بطاقة قدرها ٢٢٠٠٠٠ طن سنويًا.
ج- مصنع حديد مشغول بطاقة قدرها ١٠٠٠٠٠ طن/سنة.

جميع هذه المصانع تفتح أبوابها على طريق عرضه ٩ متر يعمل فى اتجاهين مبينًا هل هذا الطريق يستوعب حركة النقل لهذه الشركة وهل يمكن زيادة الإنتاج بمعدل ٣٠٪ أم لا.

الحل

١. استخرج عدد الحارات من الطريق المذكور

عرض الطريق ٩ متر يعمل فى اتجاهين

عرض الاتجاه الواحد = ٩ ÷ ٢ = ٤,٥ متر

عدد الحارات فى الاتجاه الواحد = عرض الطريق ÷ عرض الحارة

= ٤,٥ ÷ ٣,٧٥ = حارة واحدة.

٢. استخرج عدد الأطنان التى يمكن إنتاجها فى اليوم حيث أن جميع عمليات التشغيل تحدد بالنقل/يوم، وحيث أن جميع هذه المصانع تنتج معادن، فهذا يعنى أن هذه الشركة تعمل ٣٦٥ يومًا فى السنة ولمدة ٢٤ ساعة يوميًا أي لا توجد أجازات حيث لا يمكن إطفاء أفران الصهر وهذا يعنى:

أ- إنتاج مصنع التسليح = ٦٥٢٩٨٥ ÷ ٣٦٥ = ١٧٨٩ طن/يوم.

ب- إنتاج مصنع أدوات الطعام = ٢٢٠٠٠٠ ÷ ٣٦٥ = ٦٨٢,٧ ≅ ٦٨٣ طن/يوم.

ج- إنتاج مصنع الحديد المشغول = ١٠٠٠٠٠ ÷ ٣٦٥ = ٢٧٣,٩ ≅ ٢٧٤ طن/يوم.

من الأرقام السابقة يتضح أن هذا الإنتاج يجب أن ينقل فى اليوم على مدار الساعة، ومن أجل ذلك يجب أن نعرف عدد السيارات المطلوبة للتشغيل وهذا

بخلاف حمولتها، ولذلك فإن السيارات التى ستحتاجها هي سيارات ثقيلة كلما كان ذلك ممكنًا، وعليه يمكن أن تكون السيارة حمولة ٥٠-٦٠ طن ومواصفات هذه السيارة هي: ٢,٥ × ٢٠م حمولة ٦٠ طن.

∴ عدد السيارات = المنتج اليومى ÷ حمولة السيارة

∴ عدد السيارات لمصنع التسليح = ١٧٨٩ ÷ ٦٠ = ٢٩,٨ ≅ ٣٠ سيارة

وعدد السيارات لمصنع أدوات الطعام = ٦٨٣ ÷ ٦٠ = ١١,٣ ≅ ١٢ سيارة

وعدد السيارات لمصنع الحديد المشغول = ٢٧٤ ÷ ٦٠ = ٤,٥ ≅ ٥ سيارة.

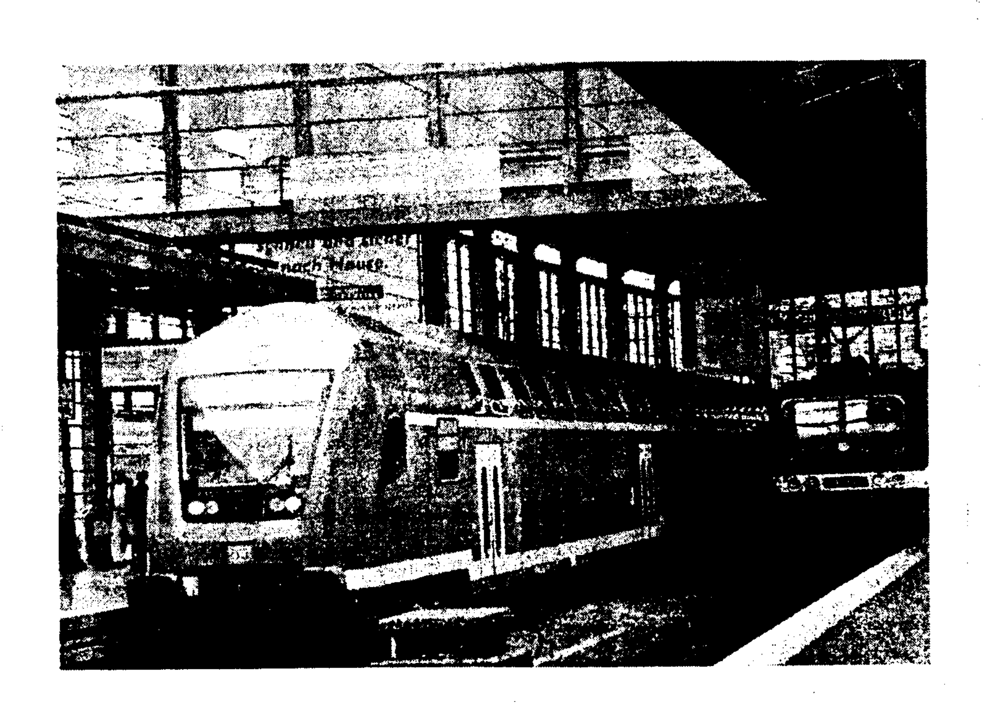
وعندئذ يجب النظر فى إمكانية تحريك هذه السيارات بمعنى أن مجموع السيارات التى يمكن أن يستوعبها الطريق بالإضافة إلى السيارات الأخرى حسب السرعة المعلنة وهي ٦٠ كم/ساعة حيث أن جميع هذه الأنواع من السيارات تكون بمقطورة ولذلك فإن:

عدد السيارات/يوم = ٣٠ + ١٢ + ١٥ = ٥٧ سيارة/يوم.

كما يمكن استكمال الحل بعد ذلك فى حساب المسافات الآمنة وذلك لبيان المساحة التى ستستغلها من الطريق بالإضافة إلى السيارات المستخدمة للطريق، فإذا زادت أعداد السيارات عن سعة الطريق، فإن هذا سوف يحدث خللاً فى كثافة المرور مما يؤدى إلى اضطرار أنظمة النقل بهذه المصانع إلى استغلال الساعات التى لا توجد فيها ساعات ذروة بحيث تظل سعة الطريق فى الحدود المناسبة وحتى لا يحدث تأخير أو تقليل فى السرعة ولكي يتفادى المنظم تأخير حركة السيارات ذهابًا وعودةً.

الباب الثالث

النقل بالسكك الحديدية



مقدمة

كانت السكك الحديدية -إلى حد بعيد وحتى بضعة عقود خلت- أهم وسائط النقل الداخلى للبضائع بجميع أنواعها، غير أنه مع تعاظم استخدام النقل على الطرق وما صاحبه من اتساع شبكات الطرق، انكمش نصيب السكك الحديدية من إجمالى النقل، وبخاصة على المسافات القصيرة، انكماشاً كبيراً، وأسباب ذلك متعددة وأهمها هو الجمود الملازم لطبيعة السكك الحديدية وخصوصاً عند مقارنته مع النقل على الطرق؛ ولا يمكن تحديد مدى ما أدى إليه تدهور نوعية الخدمات المقدمة من انكماش فى نصيب السكك الحديدية فى السوق، رغم أن هذا العامل هو الذى عجل بالتحركات الحالية العازفة عن السكك الحديدية إلى وسائط النقل الأخرى المنافسة؛ ويمكن ملاحظة مشكلة تدهور نوعية خدمات السكك الحديدية فى الكثير من البلاد النامية، ومن أسبابها -فى جملة الأمور- أوجه القصور فى برنامج صيانة القاطرات والمقطورات والقضبان وتقادم المعدات.

وقد نجم الانخفاض العام فى نصيب النقل بالسكك الحديدية فى السوق عما فقدته الدرجة الأولى من حصتها فى نقل البضائع العامة، وإذا ما كان لإدارات السكك الحديدية أن تنجح فى إيقاف هذا الاتجاه بل وفى عكسه لصالحها، فعليها أن تبذل جهوداً لاستغلال المزايا الملازمة للنقل بالسكك الحديدية، وتتمثل هذه المزايا أساساً فيما يلى: الانخفاض النسبى فى استهلاك الطاقة لكل طن كيلومترى وإمكانية رفع مستوى الأمان وإمكانية برمجة عمليات النقل وإمكانية نقل أحجام كبيرة من البضائع السائبة وسلامته اقتصادياً.

إن استخدام الحاويات يتيح للسكك الحديدية أن تستفيد بقدر أكبر من مواطن القوة في شبكة الخطوط الحديدية وأن تزيل آثار عيوب الشبكة أو تخفض من حدتها على الأقل، ويمكن تحقيق ذلك عن طريق التكيف التكنولوجي والتنظيمي على السواء لاحتياجات الحاويات، وإن كانت الجوانب التنظيمية هي الأهم؛ وينشأ عن إدخال النقل المتعدد الوسائط توزيع وسائطي يترك للسكك الحديدية النقل على الخط الرئيسي ويتقاسم الباقي متعهدو النقل على الطرق، وقد يثبت هذا المفهوم جدواه بنوع خاص في حالة نقل الحاويات من وإلى الموانئ، ذلك لأن تركيز الحاويات في محطاتها بالموانئ ربما يسمح بإنشاء القطارات الوحدية (أي التي يعامل كل منها وكأنه وحدة متكاملة)، ومن ثم يخلص الخطوط الحديدية جزئياً من عمليات المناورة وتحويل القطارات، وهي عمليات مكلفة ومضيعة للوقت وتعد سمة متأصلة من سمات النقل التقليدي للبضائع على عربات السكك الحديدية، فإذا أمكن توفير خدمات النقل من وإلى المحطة، فسوف تقوم الحاوية جزئياً بوظائف النقل التي تؤديها عربات السكك الحديدية التقليدية، وسوف يكون لذلك أثر إيجابي على تكلفة النقل وذلك للأسباب التالية:

- تحرر السكك الحديدية من خدمات التوزيع على خطوطها.
- يتوقف احتباس المعدات الدارجة في مواقع المرسل إليه الأمر الذي ينتج عنه تحسين دورة المعدات الدارجة.
- يغدو تنظيم استخدام المعدات الدارجة أكثر بساطة.
- تتضاءل متطلبات المقومات الهيكلية إلى متطلبات الخط الرئيسي فحسب.

غير أن نظام القطارات الوحدية هذا والذى يشبه فى بساطته نظام نقل البضائع السائبة من النقطة إلى النقطة، يتطلب حد أدنى من عدد الحاويات المزمع نقلها وإلا ساء استخدام القطارات أو تعذر الاحتفاظ بالحد الأدنى من تواتر مرات القيام وما ينطوى عليه ذلك من التأخيرات المكلفة فى سلسلة النقل؛ ومن الممكن التدليل على أن أدنى وزن صافى للبضائع المعدة للشحن سنوياً يلزم لتشغيل خدمة يومية لقطار يضم عشرين عربة من ذات المحورين (سعة ٤٠ وحدة معادلة لعشرين قدم) يبلغ نحو ١٠٠,٠٠٠ طن لكل اتجاه.

مكونات السكك الحديدية

يقصد بكلمة السكة الطريق المخصص لسير القطارات دون وسائل نقل أخرى حيث تركب عليه قضبان السكك الحديدية لسير القطار من مكان إلى آخر؛ وتتكون السكة من المكونات الآتية:

أ- أساس السكة

ب- فلنكات السكة الحديد

ج- قضبان السكة الحديد

د- مادة التزليط.

ويمكن شرح ذلك من حيث عملية التركيب فى النقاط التالية:

أ- أساس السكة الحديد

يختار المصممون اتجاه خط السكة حسب الأصول الفنية المتبعة، ثم يتم تحديدها فوق الخرائط المساحية لمعرفة شكل المسار من نقطة إلى أخرى، وقد لوحظ هنا أن الحالة الطبوغرافية لهذا المسار تشكل عاملاً مهمًا فى اختيار

المسار؛ إلا أنه في الوقت الحاضر يمكن التغلب على هيئات الأرض التي تم اختبار المسار عليها بحيث أصبح في الإمكان قطع الجبال أو فتح أنفاق عبور من خلال الجبال، وحتى يمكن توصيل السكة حسب الاحتياج يجب مراعاة الآتي:

١. أن يكون مستوى السكة أفقي تمامًا.
٢. أن تثبت التربة بحيث يمكن أن تتحمل هذه الطبقة مسار السكة.
٣. تجهيز المساحات المطلوبة لعمل المنحنيات اللازمة لمسار السكة.
٤. مراعاة المستوى الأفقي والرأسي عند تجهيز السكة.

ب- فلنكات السكة الحديد

تتكون فلنكات السكة الحديدية من العناصر التالية:

١. فلنكات خشبية
٢. فلنكات خرسانية
٣. فلنكات من الصلب.

وتعرف الفلنكات بأنها نقاط ارتكاز قضبان السكة الحديد حيث يثبت القضيب بواسطة أقفال تربط على الفلنكات وحتى يثبت قضبان السكة على الفلنكات والتي توضع فوق أساس السكة.

١- الفلنكات الخشبية

تتكون الفلنكات الخشبية من كتل خشبية من أنواع معينة من الأخشاب توضع في أحواض خاصة بها مادة القار السخن، وحتى تكسو هذه الكتل الخشبية طبقة كاملة وحتى تقاوم الحشرات الأرضية مثل السوس والنمل الأبيض، ويمكن إيضاح فوائد ومضار هذا النوع من الفلنكات فيما يلي:

مميزات الفلنكات الخشبية

تمتص هذه الفلنكات الذبذبة الناتجة من حركة القطار بحيث تجعل القطار يسير دون ضجة صوتية عالية وهذا بخلاف أن عوامل التمدد والانكماش تكون بسيطة جدًا كما يمكن تثبيت أقفال القضبان بسهولة ويسر.

مساوئ الفلنكات الخشبية

إن مقاومة الفلنكات الخشبية لعوامل التعرية بسيطة جدًا حيث أن فرن درجات الحرارة في الصيف تجعل هذه الفلنكات تتشقق كما في حالة الشتاء وتمتص الماء مما يؤثر في مقاومة مسامير تثبيت أقفال القضبان كما أنه مع مرور الوقت تؤثر الحشرات فيها تأثيرًا سلبيًا.

٣- الفلنكات الخرسانية

تتكون الفلنكات الخرسانية من كتل مصبوبة من خلطة الخرسان بحيث تتعرض إلى إجهاد عند عملية الصب وذلك حتى تتحمل حركة القطار فوق القضبان المبنية عليها.

مميزات الفلنكات الخرسانية

تتميز هذه الفلنكات بمقاومة عالية لعوامل التعرية صيفًا وشتاءً، وهذا بخلاف أن الحشرات الأرضية لا تؤثر فيها ولذلك كان استخدامها أكثر شيوعًا من الفلنكات الخشبية، كما أنها لا تحتاج إلى دهانها بمادة القار أو أي مواد أخرى.

مساوئ الفلنكات الخشبية

إن مقاومة الفلنكات الخرسانية للذبذبة قليل بحيث يتسبب استمرار هذه الذبذبة إلى تحطم الفلنكات وهذا بخلاف أن هناك ثقوب معينة لتثبيت أقفال القضبان حيث توجد معدات خاصة بالتثبيت، ولذلك يجب تركيب القضيب عند هذه الثقوب حيث لا يمكن تركيبه إلا عند هذه الثقوب.

٣- الفلنكات الصلب

تصنع هذه الفلنكات من أنواع معينة من الصلب وذلك حتى يمكن أن تتحمل الأوزان الناتجة من حركة القطار، وهي سهلة التركيب حيث توجد بها ثقوب معينة لتثبيت أقفال القضيب كما أنها الأطول عمرًا في جميع أنواع الفلنكات المذكورة كما أنها تتحمل الذبذبة الناتجة من حركة القطار.

مساوئ الفلنكات الصلب

إن مقاومة هذه الفلنكات لعوامل التعرية بسيطة جدًا حيث تتأثر بها مما ينتج عنه تآكل في معدن هذه الفلنكات حيث تحتاج باستمرار لعمليات صيانة عالية التكلفة.

قضبان السكك الحديدية

تصنع هذه القضبان من الصلب وذلك حتى يمكن أن تتحمل الأوزان الناتجة من حركة القطار عليها، وهي تتواجد في أشكال هندسية تتناسب ونوع العجلات المركبة في القطار المستخدم، وعادة ما تمتد هذه القضبان من نقطة إلى أخرى بحيث يمكن للقطار أن يستخدمها استخدامًا سليمًا حيث لا يمكن أن يسير قطار مهما كان وزنه أو حجمه دون استخدام هذه القضبان الحديدية

والتى تشكل عصب النقل بالقطارات، ولذلك فإنه من المعلوم عند وصف النقل بالقطار يقال عادة النقل بالسكك الحديدية وليس العكس حيث تشكل القضبان هذه السكة، ولذلك أصبحت أكثر شيوعًا من استخدام مصطلح النقل بالقطار، ولذلك فإن هيئة السكة الحديد تبذل جهدًا متواصلاً لصيانة خط القضبان وحتى تكون حركة القطارات حركة آمنة من محطة القيام حتى محطة الوصول.

د- مادة التزليط

تتواجد مادة التزليط بين فلنكات السكة الحديد وبارتفاع يساوى ارتفاع الفلنكات فوق السكة أو أعلى قليلاً، وتتميز هذه المادة بأن مقاومتها للحركة الأفقية والرأسية عالية جدًا مما يجعل استخدامها أساسًا للحفاظ على أماكن الفلنكات.

كما كانت الفلنكات توضع مباشرة فوق أساس السكة مما يؤدى فى معظم الأحيان إلى اعوجاج حافة السير فى الاتجاه العرضى والرأسى حيث أن الضغوط تحت هذه الفلنكات أكثر مما تحتمله المادة الترابية مما اضطر المتخصصين إلى وضع طبقة من الزلط بين الفلنكات وأساس السكة الحديد، ولذلك فإن مادة التزليط يجب غسلها بالماء حتى تطرى المادة الترابية وتصبح عالية المقاومة ولكي تسمح أيضًا بوجود طبقة نافذة لتسرب ماء المطر إن وجد.

مركز السكك الحديدية بين وسائل النقل الأخرى

تواجه السكك الحديدية في جميع أنحاء العالم منافسة خطيرة من وسائل النقل الأخرى سواء من النقل البرى أو الجوى، فمن ناحية النقل البرى فإن تحسين مستوى شبكات الطرق يشق طرق عريضة ذات اتجاهين وذات مسارات متعددة مزودة بممرات علوية بديلة للتقاطعات السطحية (المزلقانات) مع تخصيص طرق ممتازة للنقل السريع وأخرى للبطئ وتفادى أي تقاطعات أو تعارض بينها، كل ذلك بالإضافة إلى التقدم في تحسين تصميم السيارات، كما أن زيادة سرعتها وأحجامها قد جعل النقل بالسيارات منافساً له شأنه للسكك الحديدية.

ومن ناحية أخرى فإن الطائرات النفاثة ذات السرعة التى تقارب سرعة الصوت وذات الحجم الكبير الذى يجعلها قادرة على نقل أعداد ضخمة من الركاب قد بدأت فى عديد من الدول تجتذب راكل السكك الحديدية.

وأمام هذه المنافسة الخطيرة، فإن السكك الحديدية إذا وقفت جامدة بقطاراتها الحالية وبالمستوى التقليدى لخطوطها ووحداتها وسرعاتها وقدراتها، فإن ركب الزمن سوف يسبقها بمراحل ليأتى يوم تجد نفسها فيه فى موقف لا تحسد عليه عندما يهجرها ركابها إلى السيارات والطائرات.

من أجل ذلك اتجهت معظم إدارات السكك الحديدية العالمية إلى زيادة سرعة القطارات، ولئن تفاوتت درجات التقدم فى هذا الشأن إلا أننا يمكن أن نقول أن سرعة ١٢٠ كيلومتر فى الساعة قد أصبحت أمراً عاماً فى عديد من سكك حديد العالم، إلا أن بعض الدول مثل فرنسا وألمانيا وإيطاليا قد وصلت

فيها سرعة قطارات الركاب السريعة إلى ١٦٠ كيلومتر فى الساعة وهي تسير فى محاولات لزيادتها عن ذلك، وفى الولايات المتحدة الأمريكية يسير عدد كبير من القطارات بسرعة ٩٠ ميل فى الساعة أي ١٤٥ كيلومتر فى الساعة.

وفى هذا المجال حققت اليابان قصب السبق حتى الآن فبينما تسير قطارتها على شبكة الخطوط ذات الاتساع الضيق (متر واحد بين القضيبين) بسرعة ١٢٠ كيلومتر فى الساعة، فإنها قد بدأت منذ عام ١٩٦٤ فى تشغيل خط توكايدو الجديد (NTL) وهو بالاتساع العالمى Standard Gauge أي ١,٤٣٥ من المتر بين القضيبين، وقد سيرت عليه قطارات بسرعة ٢١٠ كم/ساعة وذلك بعد أن قامت بتجارب سار فيها قطار التجربة بسرعة ٢٥٦ كم/ساعة.

ويقطع القطار فى خط توكايدو الجديد المسافة بين طوكيو وأوساكا (٥١٠ كم) فى ثلاث ساعات وعشر دقائق، وقد بلغت تكاليف إنشاء هذا الخط بطول ٥١٠ كيلومتر ٤٠٠,٠٠٠٠٠٠ جنيه، ونظراً للنجاح الاقتصادى الذى حققه تشغيل هذا الخط مع استمرار الخط القديم ذى الاتساع الضيق، فقد قررت سكك حديد اليابان امتداد الخط ذى الاتساع الواسع والسرعة العالية من أوساكا إلى أوكاياما بطول ١٦٠ كم يتكلف ١٧٠ مليون جنيه وتم افتتاحه للحركة عام ١٩٧٢.

وقد كان لنجاح اليابان فى تحقيق هذه السرعة السباقة صداه مما جعل الولايات المتحدة الأمريكية تسلك نفس الطريق، فالخط الحديدى بين نيويورك وواشنطن يبلغ طوله ٢٨٠ ميل أي ٤٥٠ كيلومتر، وكانت السرعة القصوى عليه ٨٠ ميل/ساعة (١٢٨ كم/ساعة) وتقطع المسافة فى أربع ساعات،

وقد لاقى هذا الخط منافسة كبيرة من الطائرات والأتوبيس الأمر الذى جعل السكك الحديدية تبادر إلى دراسة دقيقة للإمكانيات الفنية والاقتصادية لزيادة السرعة إلى ١٥٠ ميل/ساعة أي ٢٤٠ كم/ساعة لقطع المسافة فى ساعتين أو إلى ١٢٥ ميل/ساعة أي ٢٠٠ كم/ساعة لقطعها فى ساعتين ونصف؛ والهدف من ذلك أن تكون فترة السفر بالقطار تقريباً معادلة لوقت السفر بالطائرة بعد إضافة وقت السفر بالأتوبيس من قلب المدينة فى نيويورك إلى مطارها، ثم من مطار واشنطن بالأتوبيس إلى قلب المدينة، فإذا حققت السكك الحديدية ذلك أمكنها أن تحد من منافسة الطائرات.

وقد أسفرت الدراسات الفنية والاقتصادية عن إمكانية تنفيذ مثل هذه الخدمة السريعة، وقد عنيت الدراسة الاقتصادية بمقارنة التكاليف التى تصرف على المشروع بالزيادة المنتظرة فى إيراد نقل الركاب بعد تنفيذه، بينما عنيت الدراسة الفنية بدراسة أثر السرعة العالية على جميع مكونات الخط ومنشآته ووحداته وإمكانيات تحسينها بما يتفق مع السرعة العالية.

وقد تم البدء فعلاً عام ٩٨/٩٧ فى تنفيذ المشروع تدريجياً حتى أمكن فى عام ١٩٩٩ زيادة السرعة من ٨٠ ميل/ساعة (١٢٨ كم/ساعة) إلى ١٦٠ ميل/ساعة (٢٥٦ كم/ساعة) ثم ازدادت السرعة تدريجياً إلى ١٨٠ ميل/ساعة أي ٢٨٨ كم/ساعة ثم فى النهاية إلى ٢٠٠ ميل/ساعة أي ٣٢٠ كم/ساعة؛ ولقد نفذت ألمانيا قطار يسير بسرعة ٣٢٥ كم/ساعة وهو يعمل بين شمال وجنوب ألمانيا.

وفى ذات الوقت تجرى تجارب عديدة لمسير قطارات بسرعات أعلى من ذلك، فقد تم تجربة قطارات نفاثة Jet Trains بسرعة حوالى ٢٤٠ ميل/ساعة

أي ٣٨٤ كم/ساعة وذلك على خط نيويورك بوسطن على الرغم من أن ذلك ما زال في طور التجارب.

الدراسات الفنية والاقتصادية لزيادة السرعة على الخطوط الحالية

تجرى هذه الدراسات على الطبيعة على ذات الخط وذلك بتحديد مسافة تتراوح بين ٣٠-٥٠ كيلومتر لعمل التجارب Test Track، وتتم التجارب بتسيير القطارات Test Rides على هذه المسافة بسرعة تزيد عن السرعة العادية تدريجياً وتسجيل أثر هذه السرعة على الخط والمنشآت والوحدات ثم إدخال التحسينات الممكنة في مسافة التجربة وفي الوحدات وإعادة التجارب لعمل القياسات من جديد، وتهدف التجارب إلى تحقيق الأغراض الآتية:

١. دراسة راحة الركاب أثناء السرعات المختلفة Comfort وقياس الإجهاد في أجزاء العربات وكذلك في أجزاء مهمات السكة والتعرف على العوامل التي تحدد السعات الممكنة Limiting Factors.

٢. تحديد ودراسة العلاقة الحسابية بين السكة وسلوك العربة تحت تأثير الظروف الديناميكية والمقارنة بين تصميمات مختلفة لمهمات السكة وهي القضبان بأوزان مختلفة والفلنكات بأنواع مختلفة ووسائل تثبيت القضبان بالفلنكات والتزليط وسمكه ونوعه واستعمال قضبان طويلة Long Rail وأنواع اللحام المختلفة للقضبان والطرق الجديدة لتحويل السكة مع استخدام زوايا مختلفة للانحراف وتصميمات مختلفة للتقاطعات.

٣. دراسة حالة الجسر تحت تأثير السرعات المختلفة ومع استخدام نظريات مختلفة لتقويته وتدعيمه إذا استدعى الأمر ذلك.

٤. تحديد تأثير السرعات العالية على القضبان بقياس الانحناءات وكذلك تحرك القضبان طولياً Longitudinal Displacement.

٥. تجميع بيانات تتعلق بالقدرات الاقتصادية وتحديد السرعة العالية الممكن الوصول إليها مع الأخذ في الاعتبار التكاليف الإنشائية واحتياجات الصيانة لكل من السكة والوحدات المتحركة، وفي نفس الوقت المقارنة مع وسائل النقل المنافسة لذات الخط.

٦. تحديد التأثيرات التي تقع على الوحدات المتحركة والركاب وعمال التشغيل نتيجة لسير قطارات ذات سرعة عالية في اتجاه مضاد وكذلك الآثار على المنشآت المجاورة.

وهذه التجارب والدراسات أدت إلى بناء عربات خاصة للتجارب تزود بالآلات والأجهزة لتسجيل القياسات أثناء المسير بسرعات التجارب المطلوبة.

وتستمر هذه التجارب لفترات طويلة تصل إلى عام أو عامين، وعلى ضوء هذه التجارب توضع الخطة اللازمة لزيادة السرعة إلى مستويات متعددة وتحدد الأعمال اللازم تنفيذها لتحقيق كل من هذه السرعات ثم تحسب تكاليف المشروع في كل حالة، وفي نفس الوقت تجرى الدراسة الاقتصادية لتحديد الزيادة المنتظرة في الإيرادات نتيجة لكل من هذه السرعات، ويتم بعد ذلك

مقارنة زيادة الإيرادات بتكاليف الإنشاءات وتكاليف الصيانة ليتضح منها الخطة النهائية الجديرة بالتنفيذ.

وأعمال التحسين اللازمة لمواجهة السرعة العالية عادة تشمل مثل هذه المجالات:

١. مراجعة تخطيط الخط لتحسين المنحنيات بما يتفق مع السرعة العالية وتعديل أحواش المحطات المتوسطة لتفادى أية معوقات لزيادة السرعة.

٢. إستكمال قطاع الجسر وميوله الجانبية وعروضه وتغيير الطبقة العليا التى قد تكون غير صالحة لأسباب تتعلق بنوع التربة.

٣. تنظيف الزلط القديم من الأتربة أو تغييره كلياً لاستخدام أنواع جديدة من الزلط مع وضع طبقة تزليط سفلى Sub Ballast لتحسين توزيع الأحمال على الجسر.

٤. تحسين مستوى السكة باستخدام قضبان جديدة ذات قطاع أكبر مع لحام القضبان لإلغاء الوصلات التقليدية بينها وتغيير الفلنكات لاستخدام فلنكات خرسانية سابقة الإجهاد وتغيير طراز التحاويل المجمعة من قضبان باستخدام تقاطعات وحدة واحدة ولحام أجزاء التحويلة.

٥. زيادة ارتفاع الظهر عن البطن فى المنحنيات مع إعادة تخطيط منحنيات الانتقال اللولبية وكذلك إعادة ضبط المنحنيات الرأسية.

٦. تقوية الكبارى الحالية أو تصميم كبارى جديدة.

٧. مراجعة حساب قيمة الفدو بين الخطوط المزدوجة للتأكد من مناسبتها للسرعة العالية.

٨. مراجعة مسافات الإشارات لضمان مسافات كافية لوقوف القطارات عند فرملتها وهي بسرعة عالية.

٩. إلغاء جميع المزلقانات واستبدالها بممرات سفلية أو علوية.

١٠. بناء وحدات متحركة مناسبة للسرعات العالية وكذلك تجهيز ورش جديدة للصيانة.

١١. استخدام وسائل جديدة لتحميل جسم العربة Car Body على الدناجل Car Suspension تكفل راحة الركاب مع السرعات العالية ومنها السوست الهوائية Air Springs.

١٢. إيجاد نظم جديدة للإشارات والاتصالات تناسب السرعة العالية والتشغيل الأتوماتيكى للقطارات Automatic Trains Control واستخدام اتصال إذاعى Radio Communication بين القطارات والمحطات ونقط الصيانة.

إلى أي مدى يمكن زيادة سرعة القطارات؟

ونحن في مجال العمل على زيادة سرعة القطارات لإعطاء السكك الحديدية الكفاءة الأعلى، تقفز أمامنا الأسئلة التالية:

١. إلى أي مدى يمكن زيادة سرعة القطارات في الحاضر وفي المستقبل؟
٢. ما هي العقبات التي تقف في طريق السرعات الأعلى؟
٣. كيف يمكن تخطي العقبات السابقة؟
٤. إذا أمكن تخطي هذه العقبات، فما هو طراز القطارات أو ما هي كيفية النقل التي ستحقق مستقبل؟

ونستعرض فيما يلي دراسة فنية لهذه الأسئلة محاولين الإجابة عليها.

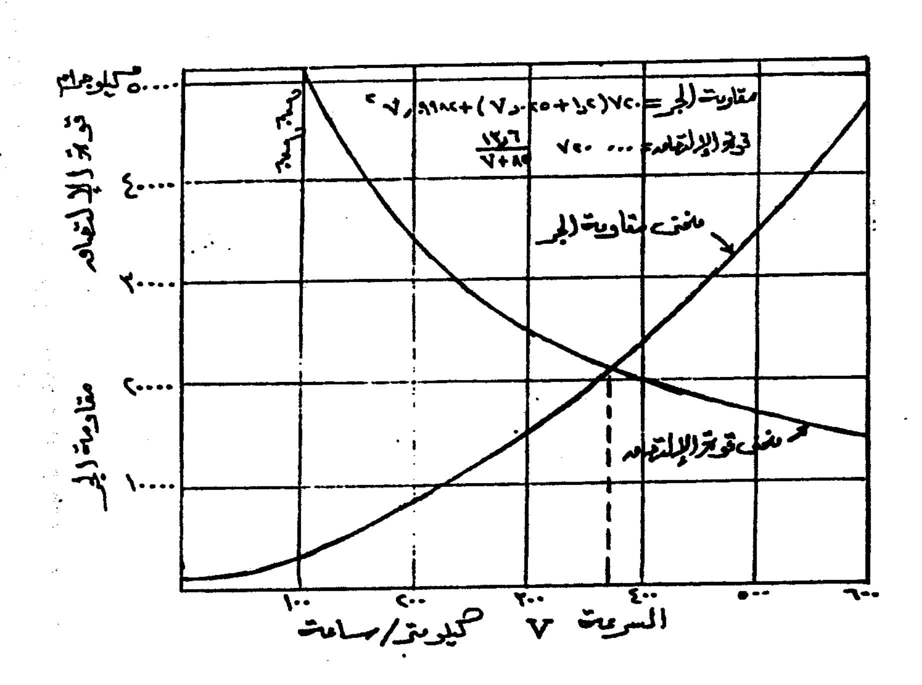
عقبة تكوين الموجات كحد لزيادة السرعة

عادة عندما يتحرك جسم داخل وسط معين، فإن سرعة انتشار الموجات في هذا الوسط تمثل حد السرعة لهذا الجسم، وسرعة الصوت في الهواء تعتبر حاجز السرعة بالنسبة للطيران، ونفس الوضع ينطبق أيضاً على قطارات السكك الحديدية.

ودفع الجسم في الهواء بسرعة أعلى من حاجز الصوت يستلزم قوة دافعة كبيرة غير عادية، وقد أمكن -باستخدام الطائرات النفاثة- تخطي حاجز الصوت أي الطيران بسرعة أكبر من سرعة الصوت (سوبر سونيك Super Sonic)، ولكن هذا الحاجز أمر لا يمكن التغلب عليه وتخطيه بالنسبة للقطارات السائرة على سطح الأرض من الناحية العملية، ولا مفر إذن من أن تعتبر السرعة القصوى الممكن للقطار الوصول إليها من هذه الزاوية هي سرعة الصوت والتي تبلغ حوالي ١٢٢٠ كم/ساعة.

ولنبحث الآن في الموضوع من زاوية دوران عجلة القطار على قضيب السكك الحديدية والذى ينحنى تحت تأثير الحمل الذى تنقله العجلة، ولما كانت العجلة متحركة فإن هذا الانحناء يتحرك أيضاً مع انتقال العجلة، وعندما تزداد سرعة العجلة وتقترب من سرعة انتشار الموجات خلال مادة القضيب، فإن مقاومة غير عادية تنشأ تماماً مثل ما يحدث بالنسبة للاقتراب من سرعة الصوت عند السير في الجو، وعليه فإن عجلة القطار تكون مصحوبة بأمواج ثابتة كبيرة السعة يترتب عليها تدمير القضيب، ومعنى ذلك أن سرعة انتشار موجة انحناء القضيب تحت تأثير الحمل المنقول من عجلة القطار تضع حداً لسرعة القطار؛ ولحسن الحظ فإن حد السرعة من هذه الزاوية في الحسابات التى عملت بمعرفة معهد الأبحاث في سكك حديد اليابان وجد أنه يساوى ١٨٠٠ كم في الساعة، وهي سرعة مرتفعة جداً وهذا يعنى أن حد السرعة بالنسبة لانتشار موجة الانحناء في القضيب لا يمثل أي مشكلة لأننا سوف لا نصل بسرعة القطار أبداً إلى هذا المستوى (١٨٠٠ كم/ساعة).

ولكن ظاهرة أخرى تنشأ في القطارات الكهربائية بين البانتوجراف وسلك الكهرباء العلوى، فالبانتوجراف يضغط على السلك ويسبب انحناء عند نقطة التماس بينهما، وهذا الانحناء ينتقل مع تحرك القطار، وعندما تقترب سرعة انتقال الانحناء من سرعة انتشار الموجة في السلك، تنشأ مشكلة كبيرة بحيث أنه مع ازدياد هذه السرعة يحدث تدمير تام لشبكة الأسلاك؛ وقد أثبت معهد الأبحاث في سكك حديد اليابان أن السرعة الحرجة هي ٥٠٠ كم/ساعة، ولابد أيضاً من تخفيض السرعة عن هذا الحد بمقدار حوالى ٢٠٪ لأمان التشغيل.



شكل ١٥ – العلاقة بين كل من مقاومة الجر وقوة الإلتصاق وسرعة المسير محسوبة لقطار مكون من ١٢ عربة بخط طوكايدو الجديد

ويمكن زيادة حد السرعة بزيادة الشد على السلك أو استخدام سلك من مواد أخف، ولكن فى ظل الاعتبارات الأخرى من حيث قوة الشد وقدرة توصيل السلك للكهرباء، فإنه من غير المنتظر توقع تحسين يذكر فى حد السرعة.

حد السرعة بالنسبة للالتصاق اللازم بين عجلة القطار والقضيب

بالنسبة للقطارات الحالية، فإن العجلات تسيرها قدرة Power تستمد من أحد منابع الطاقة، وقوة الجر تعطى كرد فعل للقضيب نتيجة لجاذبية الالتصاق Adhesion بينه وبين العجلات.

ولسوء الحظ فإن قوة الالتصاق تتجه إلى الهبوط مع ازدياد سرعة السير، والرسم التالى يوضح العلاقة بين مقاومة الجر (R) وقوة الالتصاق (F) بالنسبة لسرعة المسير (V) لقطار مكون من ١٢ عربة فى خط توكايدو الجديد (NTL) فى سكك حديد اليابان،

ومنحنى قوة الالتصاق (F) فى الرسم السابق يوضح الانخفاض فى قيمة هذه القوة مع الازدياد فى السرعة؛ والبيانات التى تم عمل هذا المنحنى على أساسها مستمدة من قياسات لماكينة اختبار الالتصاق Adhesion Testing Machine فى معهد الأبحاث الفنية لسكك حديد اليابان وأيضاً من قياسات أخذت من نفس القطارات فى خط توكايدو الجديد؛ ومن جهة أخرى فإنه من المعروف جيداً أن مقاومة السير لقطار تزيد مع ازدياد السرعة، والمنحنى (R) فى الرسم هو للمقاومة المحسوبة على قطار توكايدو والمكون من ١٢ عربة.

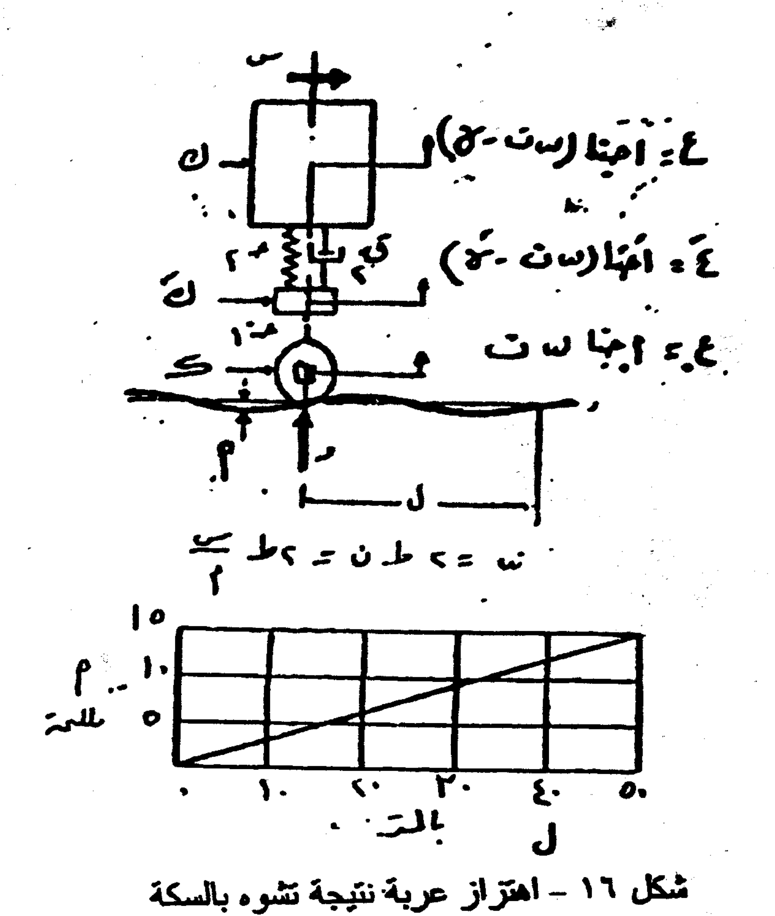
والمنحنيان (R) و(F) يلتقيان فى نقطة عند سرعة لو أضيفت بعدها أي قوة جر، فإن ما ينتج عن هذه الزيادة هو فقط انزلاق العجلات على القضيب، ولا يستفاد منها فى إحداث أي زيادة فى السرعة نتيجة لعدم وجود قوة الالتصاق الكافية؛ إذن نقطة تلاقى المنحنيين تعطى حداً للسرعة يتضح من الرسم أنه ٣٧٠ كم/ساعة حسب قطار توكايدو الجديد المكون من ١٢ عربة فى أسوأ ظروف المسير.

ومن الناحية النظرية يبدو أنه يمكن رفع حد المسير هذا إذا أمكن تخفيض المقاومة وزيادة قوة الالتصاق، ولكن من الناحية العملية لا يمكن توقع نجاح كبير فى هذا الشأن إلا إذا أمكن اكتشاف مواد أعلى من الصلب لصناعة العجلات والقضبان، وإذا أريد الوصول إلى سرعات أعلى من هذا الحد، فلابد من استعمال نظام للجر لا يعتمد على قوة الالتصاق، ومثال على ذلك: محرك التأثير الطولى The Linear Inductive Motor والمحركات النفاثة Propeller Air Jet Propulsion.

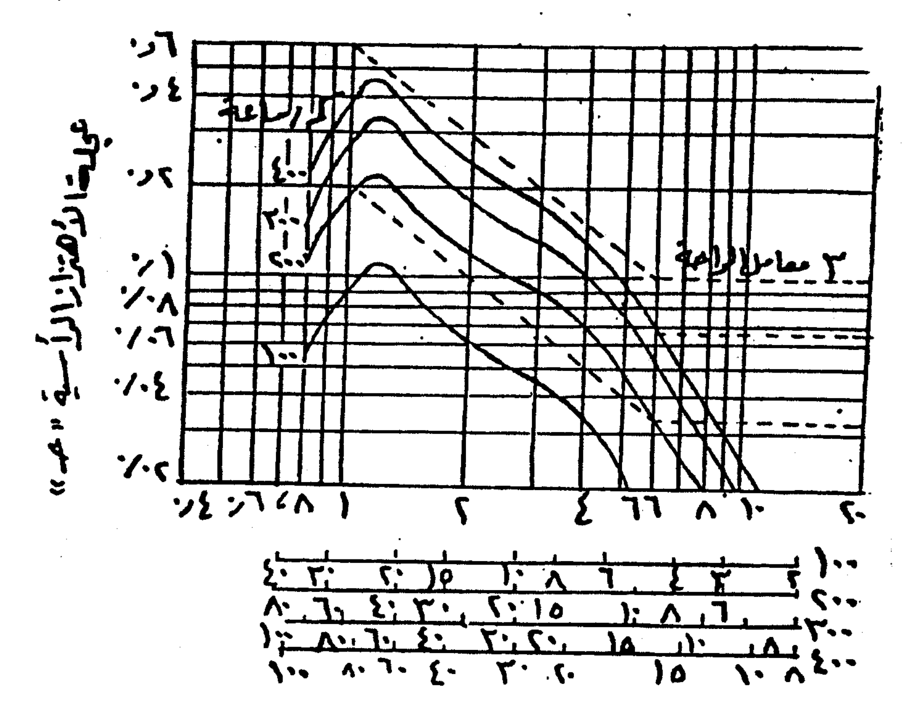
مشكلة الاهتزازات

هناك أمران يجدر بنا دراستهما:

الأول : مهما كان قضيب السكة الحديد مستقيماً من الناحية الهندسية، فإن قطار السكة الحديد لا يمكنه التخلص من الاتجاه الذاتى إحداث الذبذبة الناشئة من نفس القطار والغير ثابتة المقدار والتى تؤدى إلى ظروف ضارة بسير القطار، وهذه الظاهرة الملازمة لعربة سكة حديد تسمى Hunting، وكقاعدة عامة، فإن هذه الظاهرة تمثل عقبة كبيرة أمام محاولات زيادة السرعة، ولكن الدراسات الحديثة حققت بعض



شكل ١٦ - اهتزاز عربة نتيجة تشوه بالسكة



شكل ١٧ - العلاقة بين إهتزاز العربة وراحة الراكب.

التقدم فى مجال التغلب على هذه الظاهرة، وهذا التقدم يمكن من زيادة السرعة دون أي متاعب، وهكذا فإنه على الرغم من أنه لم يتم بعد السيطرة الكاملة على ظاهرة القفز هذه إلا أنها لم تعد تشكل عقبة كاملة أمام زيادة السرعة.

الثانى: إن المشكلة الناشئة عن الاهتزاز هي الاهتزاز الإجبارى للعربة نتيجة لعيوب فى السكة Track Irregularity، ومهما بلغت العناية بصيانة السكة مداها، فإنه لا يمكن القضاء نهائياً على جميع عيوب السكة أو عدم انتظامها، وعليه فإن عجلات العربات تسير مصحوبة بذبذبات ناشئة عن عيوب السكة التى لا يمكن تجنبها.

بالنسبة للوحدات المتحركة، فإن جهوداً لا تتوقف تبذل لتحسين تحميل جسم العربة على البواجى Car Body Suspension System وذلك للتقليل من توصيل الذبذبات من العجلة إلى جسم العربة، ولكن هذه الجهود -بلا شك- لها حدود.

وطبيعى أن هذا النوع من الذبذبات يزداد مع ازدياد السرعة، وعليه فإنه من الناحية العملية، يوضع حداً للسرعة يؤخذ فيه فى الاعتبار سلامة السير وراحة الركاب وحد السرعة هذا يمكن تقديره على بعض الفروض المناسبة.

على سبيل المثال، يمكن تمثيل عربة السكة الحديد كما هو فى الرسم التالى والذى يوضح جهازاً يحدث اهتزازات، ويمكن اعتبار العيوب أو عدم الانتظام بالسكة طبقاً للبيانات الخاصة بخط توكايدو الجديد باليابان، يمكن اعتبار أن

النسبة بين طول الموجة والانحراف (نصف ارتفاع الموجة) هي طبقاً للدياجرام الموضح مع رسم جهاز الاهتزازات، وقد اعتبر أن ارتفاع الموجة ٦ ملليمتر مقابلاً لمسافة من القضيب بطول ١٠ متر.

وهذه الفروض توضح العلاقة بين العجلة الناشئة عن الاهتزازات وبين تردد اهتزاز جسم العربة في الاتجاه الرأسي كما هو موضح في الشكل التالي.

وعلى حسب التجارب وتصميمات البوجي بخط توكايدو الجديد بسكك حديد اليابان، فقد وجد أن حد السرعة بالنسبة للاهتزازات بجسم العربة نتيجة لعدم الانتظام أو العيوب بالسكة هو ٢٣٠ كم/ساعة.

وحد السرعة هذا يمكن زيادته بتقليل العيوب بالسكة على أساس حالة السكة الحالية، ولكن يمكن زيادة السرعة إلى ٣٥٠ كم/ساعة إذا خفض الانحراف الرأسي في السكة (نصف ارتفاع الموجة إلى ٢ مم بالنسبة لمسافة ١٠ متر من القضيب)، وهذا المثال يوضح مدى أهمية انضباط السكة بالنسبة لإمكانيات زيادة سرعة القطارات.

ومن جهة أخرى فإن تخفيف وطأة اهتزاز العربة يحتاج إلى تحسينات في نظام تحميل جسم العربة على البواجي (Suspension System)، وفعلاً تم عمل تحسين كبير نتيجة لاستخدام السوست الهوائية (Air Springs)، ولكن مازالت الحاجة ملحة لاستخدام سوست ألين (Softer Springs).

إذا أريد رفع حد السرعة الخاص باهتزاز العربة، وإذا أخذ في الاعتبار ثبات العربة أثناء السير، فإنه لا يمكن السماح بتقليل صلابة السوست عملياً طالما أن اتساع السكة كما هو لم يتغير، وعليه فإن تقليل صلابة السوست لتحقيق ركوباً أريح يحتم استخدام اتساع للسكة أكبر كلما أمكن ذلك وذلك من وجهة نظر ثبات العربات عرضياً.

وبإدماج الاعتبارات السابقة بالنسبة لتحميل العربات وعيوب السكة واتساعها، فإن رفع حد السرعة بالنسبة للاهتزاز إلى ٣٥٠ كم/ساعة يمكن تحقيقه نظرياً، ولكن من الناحية العملية فهناك عقبات جانبية صعبة يلزم التغلب عليها؛ والحل العنيف للمسألة هو جعل القطار يطفو قليلاً فوق السكة باستخدام المخدة الهوائية (Air Cushion).

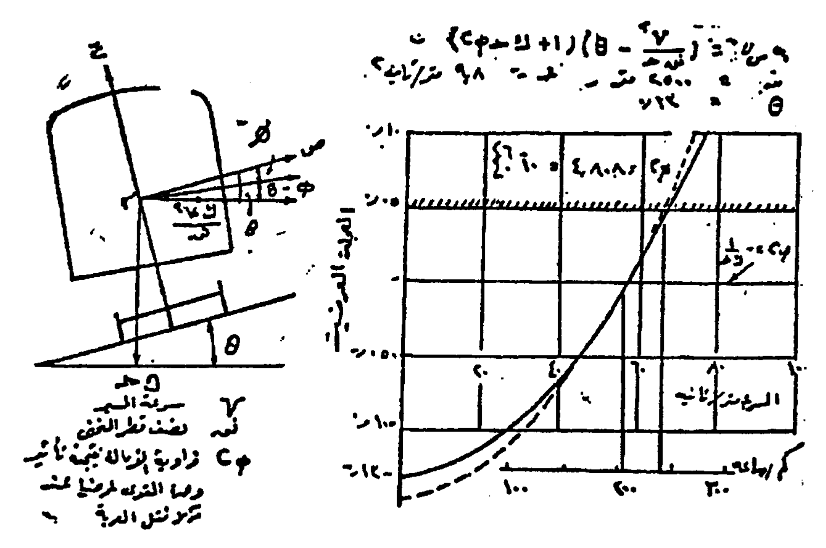
وكمثال على ذلك، فقد تم تصميم خط سكة حديد يتقبل اهتزازات مقدارها ٥٠ ذبذبة/ثانية عندما يسير القطار بسرعة ٦٠ كم/ساعة، فما هو الحل لزيادة سرعة القطار إلى ٨٠ كم/ساعة؟

إذا كان القطار يسير بسرعة ٦٠ كم/ساعة وينتج ٥٠ ذبذبة/ثانية، فإن الذبذبة عند ٨٠ كم/ساعة = (٨٠ × ٥٠) ÷ ٦٠ = ٤٠٠ ÷ ٦ = ٦٦,٦ ذبذبة/ثانية، أي لابد من قضيب يواجه ٦٧ ذبذبة/ثانية، وفي هذه الحالة إذا طلب زيادة السرعة من ٦٠ كم/ساعة إلى ٨٠ كم/ساعة، فإن القضيب يجب أن يتم تغييره بقضيب آخر يتحمل هذه الذبذبة.

المشاكل الناشئة عن منحنيات السكة

للنظر الآن فى راحة الركوب وسلامة القطار عند سيره على سكة منحنية؛ فالخبرة العامة المتبعة هي تعلية القضيب الخارجى فى المنحنى لتعويض قوة الطرد المركزية التى تعمل على العربة أثناء دورانها فوق المنحنى، ولكن قيمة تعلية القضيب الخارجى لا يمكن زيادتها بلا حدود لأن العربة عندما تقف فوق هذا المنحنى الذى رفع قضيبه الخارجى بمقدار مناسب لأعلى سرعة، فهذه العربة الواقفة تعطى شعوراً بعدم الراحة للركاب نظراً لميل العربة الكبير، كما أن العربة فى هذه الحالة تكون معرضة للانقلاب إذا تعرضت لرياح شديدة فى اتجاه مركز المنحنى، ولهذا السبب تحدد معظم السكك الحديدية مقدار ارتفاع القضيب الخارجى بحوالى ١٥٠ ملليمتر، وقد حددته سكك حديد اليابان فى خط توكايدو الجديد بمقدار ١٨٠ ملليمتر؛ ومنحنى نصف القطر بـ ٢٥٠٠ متر بارتفاع للقضيب الخارجى ١٨٠ مللميتر يعطى سرعة متوازية حوالى ٢٠٠ كم/ساعة، ومسير القطار بسرعة أكثر من ذلك يعطى الركاب شعوراً غير مريح نتيجة لقوة الطرد المركزية الزائدة؛ والشكل رقم (???) يوضح النتائج المحسوبة لقوة الطرد المركزية الزائدة أي الغير معوضة بتعلية القضيب الخارجى أكثر من ١٨٠ مللميتر (Unbalanced) أي العجلة العرضية التى تعمل موازية لأرضية العربة.

وقد تم عمل تجارب لتأكيد مدى ما تحدثه هذه العجلة العرضية من عدم الراحة للركاب، ونتيجة لهذه التجارب وجد أن ٥٪ من الركاب يشعرون بعدم الراحة عند تحديد العجلة العرضية بمقدار (٠,٠٩ × جـ)، ولكن هذه النتيجة حددت فى رحلات تجارب بسرعة ١٠٠ كم/ساعة، وعليه فإنه بالنسبة للسرعة



شكل ١٨ - العجلة الأرضية المؤثرة على جسم العربة فى المنحنيات

٢٠٠ كم/ساعة، يكون من المعقول تخفيض قيمة هذه العجلة إلى (٠,٠٥ × جـ) حيث (جـ) هي عجلة الجاذبية الأرضية.

إن فرض العجلة العرضية بما يوازى (٠,٠٥ × جـ) يناسب سرعة مقدارها ٢٤٠ كم/ساعة، وبمعنى آخر يتضح أنه بالنسبة للسكة فى خط توكايدو الجديد، فإن ما تسمح به السكة هو سير القطارات بسرعة ٢٤٠ كم/ساعة، ويوضح ذلك أن المنحنيات هي فعلاً عقبات رئيسية بالنسبة لمحاولة رفع السرعة لأكثر من ذلك.

ومشكلة المنحنيات تحل عادة بزيادة نصف القطر كلما أمكن ذلك، ولقد تم عمل محاولات أخرى لحل المشكلة عن طريق العربة، فقد قامت السكك الحديدية الفرنسية الأهلية (SNCF) بتجربة العربة ذات البندول (Pendulum Car System)، كما أجرت إحدى الشركات الخاصة فى اليابان تجربة (Automatic Hydraulic Control Device) لميل جسم العربة، وفى هذه التجربة تم تركيب جهاز لقياس عجلة السرعة (Accelerometer) يسجل العجلات الجانبية الزائدة عن ارتفاع الظهر عن البطن (Unbalanced)، ويقوم الجهاز فى ذات الوقت بتشغيل صمامات هيدروليكية؛ والاستعداد بمثل هذا الجهاز يجعل من الممكن ضبط الموقع الصحيح لجسم العربة حتى على السكة المنحنية، ولكن مازالت مثل هذه الأجهزة تحت التجربة وتقف صعوبات عملية فى الوقت الحاضر أمام إستخدامها.

ومشكلة المنحنيات يجب أن تدرس ليس فقط من زاوية راحة الركوب، ولكن أيضاً من زاوية سلامة السير نتيجة للأحمال الغير متساوية على العجلات بالنسبة لكل من القضبان الداخلية (البطن) والخارجية (الظهر) ثم من زاوية ثالثة وهي

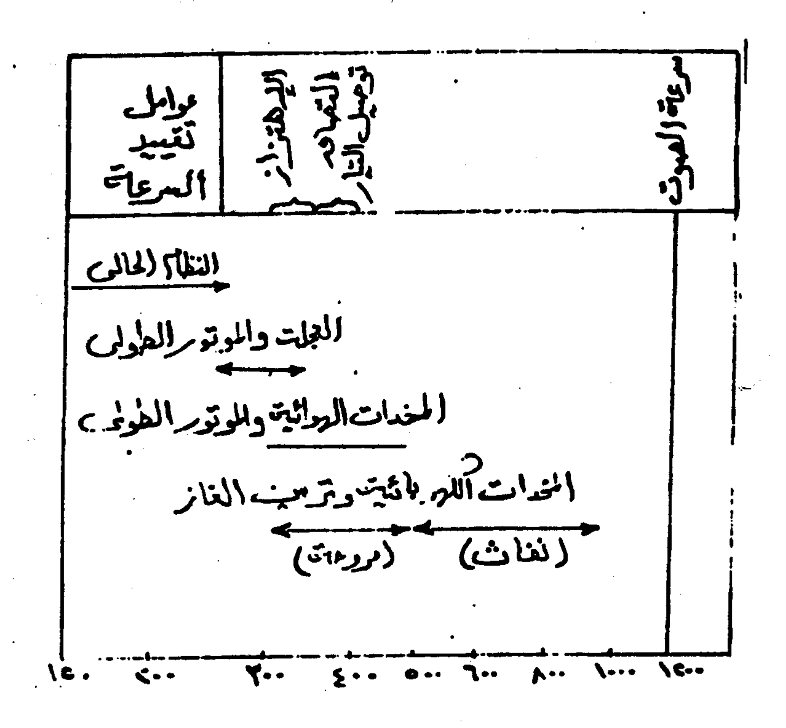
الجانب العملى بالنسبة لإمكانيات صيانة السكة؛ فإذا اكتفينا فقط بمسألة راحة الركوب فإن ذلك سوف لا يجعل الإلغاء الكلى لتقييد السرعة على المنحنيات ممكناً، وفى هذا المجال يبدو واضحاً ثانيةً أفضلية اتساع السكة الأوسع بالنسبة لزيادة السرعة.

ويمكننا أن نقول أن مشكلة السكة المنحنية ليست هي العامل الجازم الذى يعوق زيادة السرعة، ولكنها مازالت مصدراً لعديد من الصعوبات العملية، وعليه فعند إنشاء الخطوط للسكك الحديدية ذات السرعة العالية مستقبلاً، فلابد من إلغاء المنحنيات كلما أمكن ذلك.

حد السرعة للقطارات الحالية والتوقع بالنسبة للمستقبل

فى هذه الدراسة الموضحة فى البنود الخمسة السابقة استعرضنا حدود السرعة للقطارات من وجهة النظر الديناميكية، ولكن من أجل تحقيق تشغيل للقطارات بسرعات فائقة (Super High Speed)، فهناك مشاكل عملية وميكانيكية وكهربائية تستحق الدراسة، ومنها قوة ومقدار تحمل دنجل العجلة ووقاية سطح العجلة الملامس للقضيب من التآكل وقوة كرسى الدنجل وتشحيمه وكذلك جهاز تحريك القطار، ويضاف إلى ذلك بالنسبة للقطارات الكهربائية إيجاد مواد تقاوم التآكل لصناعة البانتوجراف وتحسين التماس بين البانتوجراف والسلك العلوى.

وكل من هذه المشاكل يمثل صعوبة يجب أن تحل، ولكنها لا تبدو كعقبات لا يمكن التغلب عليها أمام هدف الوصول إلى سرعات عالية.



شكل ١٩ – مجال السرعة بالكيلومتر في الساعة لنظم الجر المختلفة

ولتلخيص جميع الدراسات السابقة وعمل مقارنة بين مدى السرعة للقطارات الحالية وتوقعات المستقبل، وقد احتسب مدى السرعة للقطارات الحالية على أساس دراسات خط توكايدو الجديد (NTL) في اليابان على اعتبار أن عليه الآن يسير أسرع قطار في العالم، وقد عملت عليه تجارب عملية عند الإنشاء لسرعة ٢٥٦ كم/ساعة، وتسير القطارات عليه بسرعة ٢١٠ كم/ساعة، إلا أن الدراسات توضح أنه يمكن اعتبار مدى السرعة عليه من ٢٥٠-٢٨٠ كم/ساعة، وأن عمل تجربة مسير عليه لسرعة أعلى من ذلك سوف لا يكون أمراً لا يمكن تحقيقه.

فإذا نظرنا إلى مدى أبعد من ذلك وأمكن استخدام نظام للجر خال من الالتصاق (Adhesion) مثل الموتور الطولي (Linear Motor) مع سكة ذات مقياس أوسع (Very Wide Gauge)، فإن مسار العجل على السكة المستقيمة يمكن أن يحقق سرعة حوالي ٣٥٠ كم/ساعة.

فإذا طمعنا في مدى أبعد للسرعات الفائقة، فليس هناك طريق لذلك إلا أن نجعل العربات تسير وهي تطفو (Float) فوق القضبان، وبالنسبة للقوة اللازمة لجعل العربات تطفو، فإنها تبدو كأمر مستقل عن السرعة بل أنه يمكن تخفيض القوة مع السرعة باستخدام ضغط المنداله (Ram Pressure).

وهذه الصورة تخالف مسير العربات على قضبان عندما يراد التغلب على مقاومة ميكانيكية حيث لابد من زيادة القوة لتتناسب طردياً مع مربع السرعة، وعليه فإذا أريد زيادة السرعة عن الحد الذى تتفق فيه المقاومات الميكانيكية مع القوة اللازمة للجر، فإن نظام طفو العربات يكون أكثر فائدة من زاوية الاقتصاد

فى قوة الجر، وقد تم عمل تقدير للمدى الذى يمكن الوصول إليه بنظام طفو العربات على أساس ظروف خط توكايدو الجديد وعرباته وبفرض أنه مطلوب طفو العربات (٢٠) ملليمتر، فقد وجد أنه يمكن الوصول إلى سرعة ٣٧٠ كم/ساعة مع الأخذ فى الاعتبار احتمالات التحسينات الفنية فى نظام الطفو فقد يكون أكثر فائدة لسرعات تصل إلى ٤٠٠ كم/ساعة.

يأتى بعد ذلك نظام يجمع بين الموتور الطولى (Linear Motor) والمخدة الهوائية (Air Cushion) ليكون النظام المحتمل أن نصل إليه فى المستقبل القريب نسبياً لكي نصل معه إلى سرعة ٥٠٠ كم/ساعة.

فإذا كنا نهدف إلى سرعة أعلى من ٥٠٠ كم/ساعة، فإن الموتور الطولى قد يصبح عديم الجدوى حيث أن القوة المطلوبة سوف تحتاج إلى موتور ثقيل الوزن، وعليه فإن عربة تسير بواسطة (Gas Turbine) تكون عملية أكبر وعندئذ فإن الدفع إلى الأمام (Propulsion) سوف يعتمد على القوة النفاثة.

وهكذا فكما سبق أن وصل الإنسان بسرعة النقل بالطائرات إلى سرعة الصوت، فإنه خطوة خطوة يقترب شيئاً فشيئاً فى مجال النقل للأحجام الكبيرة فوق سطح الأرض من سرعة الصوت، ولسوف يحقق لنا المستقبل القريب ذلك لنرى القطار النفاث بسرعة الصوت ١٢٠٠ كم/ساعة.

الاعتبارات العملية لزيادة سرعة السفر بالسكك الحديدية

مقدمة:

فى الباب السابق تحدثنا عن مدى ما يمكن الوصول إليه فى مجال زيادة سرعة القطارات، فقد تحدثنا عن آفاق المستقبل وامتد بنا الأمل أنه سيأتى اليوم الذى تسير فيه القطارات بسرعة الصوت؛ ولكن بالنسبة للوقت الراهن المرتبط بالإمكانيات الفنية والاقتصادية والظروف الحالية لشبكة الخطوط الحديدية وإمكانيات تحسينها، فما هي السرعة العملية التى يمكن أن نصل إليها بقطاراتنا وما هو المقصود بالسرعة بالنسبة لراكب القطار هل هي السرعة التى ينطلق بها القطار أم الوقت الذى ينقضى بين مغادرته المحطة الابتدائية ولحين الوصول إلى المحطة النهائية؟ لاشك أن طموح الإنسان فى العصر الحديث هو أن يكون قادراً على أن يسافر فى أسرع وقت وفى أكثر راحة، وعليه فإن الهدف بالنسبة لرجال السكك الحديدية ينبغى أن يكون باستمرار هو تقليل وقت السفر بين محطة وأخرى أو زيادة سرعة انتقال الراكب.

وهناك طرق عديدة للوصول إلى هذا الهدف، ولكن المهم هو التكاليف التى تتحملها السكك الحديدية للوصول إلى الهدف، وإذا كنا سنخفض فى وقت السفر فترة من الزمن نحصيها بالدقائق، فما هي التكاليف التى تتحملها السكك الحديدية نظير كل دقيقة يتم توفيرها من وقت السفر؟

إن هذه التكاليف تبلغ أقصاها إذا كانت الوسيلة هي تسيير قطارات فائقة السرعة لأن ذلك يستدعى إنشاء خط سكة حديد جديد أهل لهذه السرعة الفائقة واستخدام وحدات متحركة جديدة تخالف الوحدات التقليدية التى نستخدمها فى الوقت الحاضر وتكون أيضاً أهلاً لهذه السرعة الفائقة، وفى هذه

الحالة فقد تزيد تكاليف توفير دقيقة واحدة عن مليونين من الجنيهات، وتنخفض هذه التكاليف كثيراً إذا كانت الوسيلة تقتصر على إدخال تحسينات في الخطوط والوحدات الحالية، بينما تنعدم التكاليف كلية إذا أمكن إدخال مقاييس جديدة معقولة لتنظيم تشغيل القطارات الحالية.

هذا الاختلاف الكبير في تكاليف توفير دقيقة واحدة من وقت السفر للقطار والذي يتراوح من لا شيء إلى ملايين الجنيهات يفرض علينا دراسة المشكلة من جميع زواياها حتى نستطيع أن نصل إلى الهدف بأقل التكاليف.

أولاً: نظرة عامة للموضوع

١- السرعة

وضح أن الواجب الملقى على عبء القائمين بإدارة السكك الحديدية في المستقبل هو زيادة السرعة التجارية للقطارات، والمقصود بها السرعة التي تعني الجمهور، وهي الوقت الذي ينقضي في انتقال الشخص من أول السفرية إلى آخرها، فإذا كان القطار يسير بسرعة عالية ويتوقف في المحطات لأي سبب سواء لمقابلات أو في نقط تفرعات الخطوط لانتظار قطارات فرعية أو لأي سبب آخر، فإن الفائدة التي تحققت من سرعة السير العالية تضيع.

إن ما يجب أن نعني به إذن هو وقت السفر الشامل أو السرعة التجارية، ومشكلة زيادة هذه السرعة هي مسألة متشابكة لأنها تحتوي على مشاكل فنية واقتصادية وأخرى تتعلق بنظم تشغيل القطارات، وحل هذه المشكلة يزداد صعوبة كلما كان الهدف هو الوصول إلى سرعات أعلى.

وقبل أن نستعرض هذه المشاكل، فإننا نوضح التعريفات المستخدمة للسرعة:

أ- السرعة القصوى المسموح بها فوق الخط.

ب- السرعة القصوى الممكنة للعربة.

ج- السرعة القصوى المذكورة فى جدول المسير.

د- السرعة التى حسب على أساسها وقت السفر.

هـ- السرعة المتوسطة لمسير القطار، ولا تدخل فيها فترات الوقوف بالمحطات.

و- السرعة التجارية أو متوسط سرعة المسير شاملة فترات الوقوف بالمحطات.

ونوضح فيما يلى بشيء من التفصيل الاختلاف بين كل من هذه التعريفات:

أ- السرعة القصوى المسموح بها فوق الخط

هي أقصى سرعة مسموح بها للسير فوق الخط، وعند تحديدها يؤخذ فى الاعتبار مقاييس التخطيط أي أنصاف أقطار المنحنيات ثم ارتفاع القضيب الخارجي فى المنحنيات عن القضيب الداخلى (Super Elevation) وعجلات السرعة العرضية الغيز معوضة لعدم رفع القضيب الخارجي بالدرجة الكافية بما يعادل كامل السرعة (Non Compensated Accelerations) ومعدل الازدياد فى هذه العجلات ...إلخ.

ولا يدخل فى الحسبان نوع السكة (Quality of Track) والكبارى، كما لا يدخل فى الحسبان أيضاً مواصفات وحدات الجر والعربات ونظم الإشارات وأجهزة كهربة القطارات.

ونتيجة لذلك فإن خطاً ذو تخطيط جيد يكون له إمكانيات غير محدودة بالنسبة لسرعة المسير فوقه، ولكن من الناحية العملية لما كان الخط يتكون من أجزاء متتابعة من المستقيمات والمنحنيات، فإن السرعة القصوى تعتمد على المنحنيات أو على الأقل نصف قطر كل منحنى.

ب- السرعة القصوى الممكنة للعربة

هي أقصى سرعة يمكن للعربة أن تسير بها بسلام فوق خط حديدى به الأجهزة المناسبة وذى خصائص هندسية جيدة، وهذه السرعة تعتمد على مواصفات جسم العربة وتعتمد بالنسبة للعربات التى تسير بدون جرار (Traction Units) أيضاً على مواصفات الموتورات وأجهزة توصيل الكهرباء (Transmission).

ج- السرعة القصوى المذكورة فى جدول المسير

يتم تأسيس هذه السرعات على اعتبارات حالة وخصائص الخط ومنشآته (السكة، الكبارى، الإشارات، ...إلخ) مستقلة عن خصائص الوحدات المتحركة.

والسرعة المذكورة فى جدول المسير تتفق مع السرعة المفترضة على أساس تخطيط الخط إذا كانت تقييدات السرعة نتيجة للتخطيط أكثر حتمية من التقييدات الخاصة بالأجهزة وحالة السكة والمنشآت؛ وفى الحالات الأخرى فإن السرعة المذكورة بجدول المسير لا تتفق مع السرعة المفترضة على أساس التخطيط بل تكون أقل منها.

د- السرعة التى حسب على أساسها وقت السفر

هي السرعة التى أخذت كأساس للحساب النظرى لمسير القطار بكل قسم من الخط (من محطة إلى محطة)، وهذه السرعة هي دائماً أقل من السرعة المذكورة فى جدول المسير للأسباب الآتية:

د-١) التأكد من أنه يمكن للقطار أن يعوض أي تأخيرات.

د-٢) وحدات العربات التى تجر نفسها (Traction Units) لا تكون بالقوة الكافية للمسير بالسرعات الممكنة عند استخدام قاطرة.

د-٣) بعض العربات التى يلزم استخدامها لاستكمال تركيب القطار قد تكون غير قادرة على الوصول للسرعات المقررة.

د-٤) مشاكل رباط الفرامل تلعب هي الأخرى دوراً فى هذه الاعتبارات.

هـ- السرعة المتوسطة لمسير القطار، ولا تدخل فيها فترات الوقوف بالمحطات

هذه السرعة نحصل عليها بعد طرح فترات الوقوف بالمحطات من الوقت الكلى لسفرية القطار وقسمة المسافة بين أول وآخر محطة على الوقت المتبقى، وهذا الوقت المتبقى يشمل مع ذلك وقت تقويم القطار حتى وصوله لسرعته وكذلك فترات رباط الفرامل والأوقات التى تزيد عن المحسوبة على أساسها السرعة فى الفقرة السالفة (د) والأوقات اللازمة لتعويض التأخيرات التى لا مفر منها مثل التهدئات اللازمة لأعمال صيانة السكة أو الأجهزة أو المسير بسرعة أقل لانخفاض مؤقت فى جهد التيار الكهربائى بالنسبة للقطارات الكهربائية أو بالنسبة لزيادة حجم أو حمولة قطار فى مناسبات معينة.

و- السرعة التجارية أو متوسط سرعة المسير شاملة فترات الوقوف بالمحطات

هذه السرعة التجارية هي التى تهم جمهور ركاب قطارات السكك الحديدية، وتحسب هذه السرعة بقسمة المسافة بين المحطات عند بداية ونهاية الأقسام أو المحطات عند بداية ونهاية المسيرة كاملة على وقت السفر الكلى، وهو الفرق بين زمن الوصول للمحطة الأخيرة وزمن القيام من المحطة الأولى.

وهذه السرعة التجارية هي التى يجب أن يكون الهدف منها هو الوصول بها للحد الأقصى، وهي تبنى على اعتبارات عملية مميزة وترتبط بكفاءة الأجهزة وإمكانيات التشغيل، فتحديد الوقت اللازم لإتمام خدمات الركاب والعفش والطرود والبريد يعتمد على اعتبارات عملية، وتحديد الوقت اللازم لتعديل تكوين قطار أو لتغيير قاطرة والوقت اللازم للمرور على نقط الإشارات فى الخطوط المفردة ...إلخ، إنما يعتمد على كفاءة الأجهزة؛ أما إمكانيات التشغيل فإنه يبنى عليها تحديد الوقت اللازم للتأكد من أن الركاب لديهم الفرصة الكافية للحاق بقطاراتهم فى محطات تفرعات الخطوط أو المحطات النهائية وكذلك الوقت اللازم لنظافة وتموين العربات بالماء والكهرباء ...إلخ، وكذلك الوقت اللازم لإجراءات الجوازات والجمارك عند محطات الحدود.

وفى الخطوط المفردة حيث يمكن فقط للقطارات الطوالى (Through Trains) أن يعبر أحدها الآخر فى المحطات، فإنه من الضرورى أيضاً ضبط السرعة وأوقات الوقوف بحيث يمكن تنفيذ ذلك فعلاً كالمخطط فى جدول المسير.

والسرعة التجارية يمكن إذن زيادتها إذا أدخلنا التحسينات فى كل العوامل السابقة والتى تتلخص فى:

و-١) الخط، التخطيط، الأجهزة والمنشآت الثابتة.

و-٢) الوحدات المتحركة، القاطرات والعربات.

و-٣) نظم تشغيل القطارات.

٣- النظرة الاقتصادية للموضوع

إن الاعتبارات الاقتصادية تكون أساس أي دراسة فنية، وبالنسبة لهدف زيادة السرعة التجارية للقطارات فإن المشكلة الأساسية هي التحقق من أنه -ولأي حد- يمكن زيادة السرعة التجارية للقطارات بتنفيذ أعمال تتعلق بالخطوط والأجهزة والوحدات المتحركة، أم أنه -ولأي حد أيضاً- يمكن الحصول على نفس النتيجة ببساطة بواسطة تحسين نظم التشغيل واللوائح التى تحكم تنظيم خدمة القطارات، وبمعنى آخر أن تستخدم نفس الخطوط والعربات الحالية فى تشغيل القطارات ولكن بطريقة أخرى أفضل.

وطبيعى أن مثل هذه المشكلة هي مشكلة واسعة ويجدر بكل إدارة للسكك الحديدية أن تدرسها فى نطاق الظروف الاقتصادية الخاصة بها والفوائد المنتظر تحقيقها، ومن الجلي أنه فى هذا الشأن يجب أن تخصص الإمكانيات الكبرى ذات التكاليف الأكثر للخطوط الرئيسية ويلى ذلك الخطوط المتفرعة منها.

٣- الخطوط والمنشآت الثابتة

عندما نتكلم عن زيادة سرعة القطارات -وهي التى نعنى بها السرعة التجارية طالما أن هذه هي التى تهم الراكب- فإنه عادة يظن أن هذه الزيادة يلزم أن تتحقق فقط بواسطة زيادة السرعة القصوى للسير على الخط، وهذا يكون صحيحاً إذا كانت كل القطارات تسير فعلاً بالسرعة المسموح بها للمسير على الخط مع اختلافات تستحق أن تؤخذ فى الاعتبار فى الاستخدامات المتتالية للوحدات المتحركة ونظم التشغيل وتنظيم الخدمة.

ومع ذلك فإنه يمكننا القول أنه فى حالات عديدة يلزم اتخاذ خطوات فيما يتصل بالخطوط والمنشآت والوحدات المتحركة للحصول على تحسين جوهرى فى السرعات التجارية.

ثانياً: خصائص تخطيط خطوط السكك الحديدية

مدى زيادة السرعة

إن شبكات الخطوط الحديدية الحالية ليس لها فى معظم الأحوال الصفات التى تجعلها مناسبة للعهد الحاضر وللسرعات التى نرغب فى تسيير القطارات بها، ولا مفر فى هذه الحالة من أن نلجأ إلى تعديل التخطيط لهذه الخطوط أو حتى استبدالها بخطوط ذات مسارات جديدة، ونتيجة لذلك فإذا كان الحل الوحيد أمامنا لزيادة السرعة هو بناء خط جديد، فهل السرعة التى يبنى على أساسها هي السرعة التى نرغب حالياً فى الوصول إليها أم السرعة المرتقبة

فى المستقبل حتى لا يربطنا الخط الجديد بحدود معينة وحتى لا نضطر مستقبلاً إلى تكرار المشكلة؟

ولكن ما هي السرعة المرتقبة فى المستقبل؟
نستعرض فيما يلى مواصفات السكك الحديدية الإيطالية كما وردت فى تقرير لمعهد الطرق والنقل فى جامعة تريستا، ويقول التقرير أنه إذا تقرر استبدال خط حالى بمسار جديد وسمحت الموارد الحالية بذلك، فإننا يجب فوراً أن نصعد إلى مستوى سرعة قصوى ٢٥٠ كم/ساعة للخطوط المستوية و٢٠٠ كم/ساعة للخطوط المنحدرة فى مناطق الهضاب و١٦٠ كم/ساعة للخطوط الجبلية، وبصفة تقريبية تقدر تكاليف إنشاء كيلومتر من الخط المزدوج المكهرب ذى الصفات الهندسية الجيدة تناسب السرعات العالية بمبلغ ٥٠٠ مليون ليرة (٣٣٠,٠٠٠ جنيه) للأراضى المستوية و٧٥٠ مليون ليرة (٥٠٠,٠٠٠ جنيه) فى مناطق الهضاب و١٢٥٠ مليون ليرة (٨٣٠,٠٠٠ جنيه) فى المناطق الجبلية.

ويمكن بنفس التقريب تقدير تكاليف زيادة السرعة للقطارات لخفض وقت السفر، وهو الخفض الذى نحصل عليه فقط بإنشاء تخطيط أو مسار جديد للخط الحالى، ووحدة تقدير التكاليف هي التكاليف اللازمة لتقليل وقت السفر بمقدار دقيقة واحدة وهي تحسب بقسمة مقدار التكاليف التى صرفت على الفرق فى وقت السفر الكلى بين المسار القديم والمسار الجديد، فالسرعة الحالية للقطارات فى إيطاليا هي ١٤٠ كم/ساعة للخطوط المستوية و١١٠ كم/ساعة فى مناطق الهضاب و٨٠ كم/ساعة فى المناطق الجبلية؛ فإذا فرضنا أنه مطلوب زيادة هذه السرعات إلى ٢٥٠ و٢٠٠ و١٦٠ كم/ساعة على التوالى،

فإنه ينتج من ذلك أن توفير دقيقة واحدة من وقت السفر سيتكلف بصفة تقريبية ٢,٦٥ ألف مليون ليرة فى الخطوط المستوية و٣,١ ألف مليون ليرة للهضاب و٤,٣ ألف مليون ليرة للخطوط الجبلية؛ وإذا نظرنا إلى أن المسارات الجديدة يمكن أن تكون أقصر نتيجة لزيادة أنصاف أقطار المنحنيات بنسبة ٥ ٪ للحالة الأولى و١٠٪ للحالة الثانية و١٥٪ للحالة الثالثة، فإن تكاليف خفض دقيقة واحدة من وقت السفر تصبح ٢,٥ و٢,٨ و٣,٦ ألف مليون ليرة أي حوالى ١,٦٥، ١,٩ و٢,٤ مليون جنيه للثلاثة أنواع من الخطوط على التوالى.

وللتحقق من هذه التقديرات نستعرض مشروعات فى بعض خطوط رئيسية هي فلورنسا، روما، بولزافو وأنسبروك.

ففى الخط الأول يتضمن المشروع إنشاء أجزاء جديدة طولها ١٤٥ كم منها ١١٠ كم أنفاق و٣٥ كم خط مكشوف بسرعة ٢٠٠ كم/ساعة، ويمكن بذلك تقصير طول الخط الكلى من ٣١٤ إلى ٢٦٠ كم أي بوفر ٥٤ كم، ويمكن خفض وقت السفر بمقدار ٦٠ دقيقة؛ ولما كانت تكاليف المشروع تقدر بمبلغ يتراوح بين ١٦٠-١٨٠ ألف مليون ليرة، فإن تكاليف توفير دقيقة واحدة تتراوح بين ٢,٧-٣ ألف مليون ليرة أي ١,٨-٢ مليون جنيه.

وبالنسبة للخط الثانى فتبلغ التكاليف ١٦٠ ألف مليون ليرة ويتضمن المشروع تقصير طول الخط من ١٢٦ كم إلى ١١٢ كم ورفع السرعة من ٩٠ كم إلى ١٥٠ كم/ساعة وتوفير من ٦٠ إلى ٧٠ دقيقة من وقت السفرية، وبذلك تبلغ تكاليف الدقيقة الواحدة من ٢,٣-٢,٧ ألف مليون ليرة أي ١,٥٥-١,٨ مليون جنيه.

ومـن جهـة أخـرى، فإنـه لمـا كانـت زيـادة السرعة تقتضـى هـذا الـنوع مـن المشروعات فـى مناطق الاختناقات، فإنه يمكن القول أن تكاليف توفير دقيقة واحـدة مـن وقـت السـفر تختلف فـى نطـاق واسـع نتـيجة للظـروف المحلـية وللسرعة المراد الوصول إليها وهي تتراوح من ١ إلى ٣ ألف مليون ليرة أي من ٦٥٠,٠٠٠ إلى ٢,٠٠٠,٠٠٠ جنيه للدقيقة الواحدة.

وفـى سكك حديـد اليابان بلغت تكاليف إنشاء خط توكـايدو الجديـد بين طوكيو وأوساكا (٥١٠ كيلومتر) مبلغ ٤٠٠ مليون جنيه، وأصبح وقت السفر على الخـط الجديـد يقل عـن وقت السفر على الخط الحالى بمقدار ٢٠٠ دقيقة أي أن تكاليف وفر دقيقة واحدة من وقت السفر بلغت ٢,٠٠٠,٠٠٠ جنيه.

وإذا تركنا الحقيقة جانباً، وهي أن زيادة السرعات القصوى دائماً ما تقتضى تكاليف كثيرة، فيجب أن نشير إلى أن عدد القطارات التى ستنتفع بهذه السرعات القصوى العالية سيكون أقل كلما ازدادت هذه السرعات.

إذن يتضح مما سبق أن الخطوط الهامة فقط هي التى تستفيد من مثل هذه الزيادة فـى السرعة، لأنه على مثل هذه الخطوط الهامة فقط فإن عدداً كبيراً من القطارات يمكن أن ينتفع بالسرعات العالية، أما بالنسبة للخطوط الأقل أهمية فليس فقط أن إدخال السرعات القصوى العالية سيكون قليل الفائدة حيث لا يستفيد به إلا عدد محدود من القطارات، بل أنه قد يترتب عليه فى النهاية خفض فـى كفاءة الخـط نتيجة للاختلاف الشديد فـى التشغيل على الخط.

ويمكن تلخيص مشكلة رفع السرعة بتقسيمها كالآتى آخذين فى الاعتبار أنه بالنسبة للسكك الحديدية الأوروبية، حالياً تعتبر الحدود التقليدية للسرعة هي ١٧٠-١٨٠ كم/ساعة:

١. زيادة السرعة أعلى من الحدود التقليدية وهي ١٧٠-١٨٠ كم/ساعة أي إلى مستوى ٢٥٠ كم/ساعة.
٢. زيادة السرعة فى نطاق الحدود التقليدية وهي ١٧٠-١٨٠ كم/ساعة.
٣. زيادة السرعة بطريقة منظمة على الخط بأكمله بهدف رفع مستوى السرعة العامة للخط.
٤. زيادة غير منتظمة مقيدة على بعض أقسام الخط بهدف التخلص من نقط الاختناق وتوحيد السرعة على الخط.

نقل الشاحنات على عربات السكك الحديدية

إن مسألة إلى أي مدى يتطلب وأي نوعية من المعدات الدارجة يستلزم نقل مركبات النقل على الطرق، إنما تتوقف فى المحل الأول على المفهوم المستخدم لنقل الشاحنات على العربات، ففى نظام الجسم التبادلى يمكن استخدام العربات المسطحة التقليدية أو العربات الحاملة للحاويات بشرط أن تتوفر إمكانيات تأمين الأجسام المحمولة؛ وربما ثارت بعض الصعوبات فيما يتصل بهذا الشرط لأن أحجام الأجسام التبادلية ليست موحدة توحيداً قياسياً ولا تطابق بصفة عامة الأحجام الموحدة توحيداً قياسياً كما أنها لا تطابق بصفة عامة الأحجام الموحدة توحيداً قياسياً وفقاً لمعايير حاويات المنظمة الدولية للتوحيد القياسي؛ وفيما يلى أكثر الأحجام المستخدمة شيوعاً فى أوروبا:

١. الشاحنات والمقطورات:

- جسم تبادلي ٦ أمتار: ٦,٢٥ متر × ٢,٥٠ متر
- جسم تبادلي ٧ أمتار: ٧,١٥ متر × ٢,٥ متر
- جسم تبادلي ٨ أمتار: ٨,٠٥ متر × ٢,٥ متر

٢. أشباه المقطورات:

- جسم تبادلي ١٢ متر: ١٢,١٩ متر × ٢,٥٠ متر
- جسم تبادلي ١٢,٥ متر: ١٢,٥٠ متر × ٢,٥٠ متر

ويقتضي نقل أشباه المقطورات والشاحنات والمقطورات بالسكك الحديدية استخدام معدات دارجة متخصصة، كما يتطلب نقل الشاحنات والمقطورات – أي وحدات النقل على الطرق الكاملة– عربات مسطحة يتوقف الحد الأقصى لارتفاع سطح التحميل فيها على ارتفاع مركبات النقل على الطرق التي يتعين حملها وعلى قيود الارتفاع الكلي التي يفرضها الشكل الجانبي للأحمال؛ وينبغي للعربات أن تتيح عملية المناقلة الأفقية، بمعنى أنه يجب أن تزود بمراقي طرفية لإتاحة الدحرجة إلى العربات والتحرك فيما بينها، ولا تكون العملية ممكنة إلا في الأطواف أو في تل متصل من عربات القطار؛ ويقتضي الأمر توفير عربات خاصة للحماية في كلا طرفي القطار، ويمكن تحميل قوافل المركبات على امتداد متصل يشغل المسافات الفاصلة بين العربات ومن ثم يتيح أمثل استخدام للحيز فوق العربات.

وربما ثبت أن قيود الارتفاع التي تفرضها الأشكال الجانبية الحالية للأحمال تشكل عوائق لا تذلل أمام نقل أشباه المقطورات أو قوافل مركبات النقل على الطرق، أما إمكانيات تخفيض الارتفاع الكلي من خلال تصغير قطر

عجلات العربات، فهي محدودة الآن لأسباب نقدية واقتصادية، وتكمن القيود الرئيسية فى العناصر التالية:

- كلما صغر قطر العجلة ازداد الخروج عن القضبان وبخاصة عند التحويلات والتقاطعات.
- تخفيض القطر يعنى زيادة عدد لفات العجلة فى سرعة معينة مما ينشأ عنه إجهاد خطير على المادة المصنوعة منها، وعليه فإنه يجب استخدام مواد أطول عمراً مع ما ينشأ عن ذلك من زيادة فى تكاليف العربات.

أما بالنسبة لنقل أشباه المقطورات، فتوجد بصفة أساسية ثلاثة أنواع مختلفة من العربات وهي:

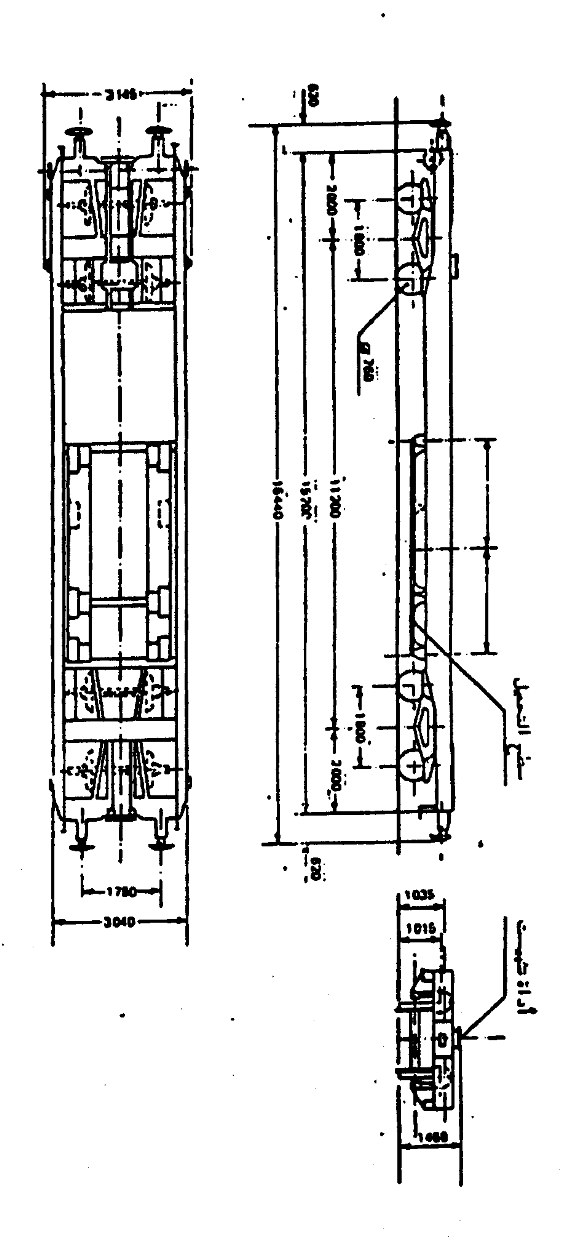
- العربة المجوفة وتصلح للمناقلة الرأسية.
- العربة الكنغر وتصلح للمناقلة الأفقية.
- العربة الأرجوحة وتصلح للمناقلة الأفقية.

ويمكن استخدام العربة المجوفة التى يرد لها فى الشكلين (٢٠)و(٢١) رسم توضيحى ورسم بيانى للتحميل فى نقل الشاحنات على العربات المسطحة وكذلك فى نقل الحاويات؛ والسعة الرئيسية المميزة لهيكلها البنائى هي وجود جيب ثابت فى أرضية العربة يمكن إدخال عجلات شبه المقطورة فيه، وهكذا ينخفض الارتفاع الكلى للعربة وشبه المقطورة بمقدار عمق الجيب، يضاف إلى ذلك وجوب تزويد العربة بوسائل ضبط التمركز وبوسائل تثبيت يستند عليها طرفا شبه المقطورة؛ وتتيح العربات من نوع "الأرجوحة" و"الكنغر" المناقلة الأفقية لأشباه المقطورات، وفى حالة العربة الأرجوحة يمكن

الشكل (٢٠)

عربة كنغر للنقل المخطط بالطرق والسكك الحديدية

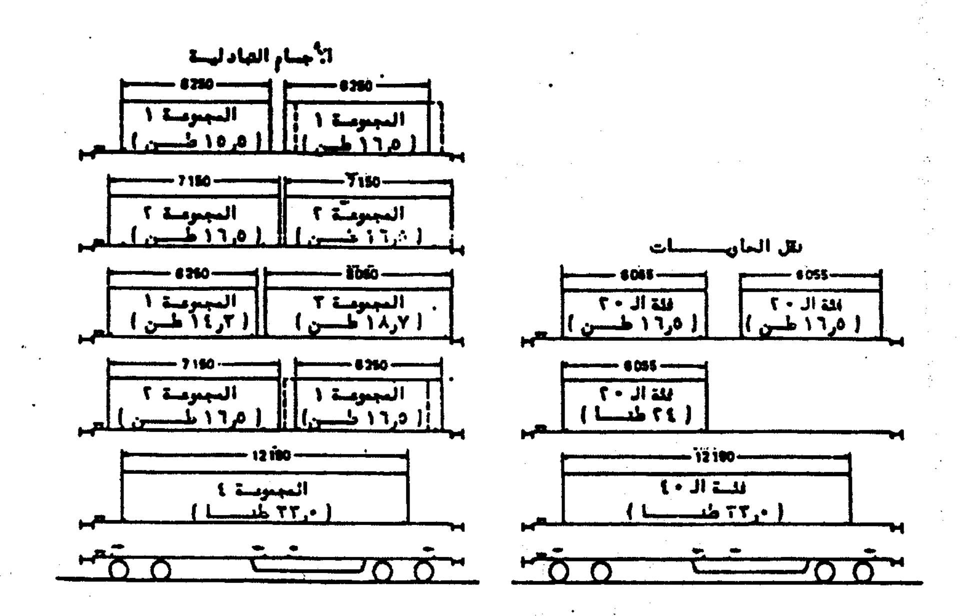
السمات المميزة لابعاد العربات



الشكل (٢١)

عربة مجوفة للنقل المخطط بالطرق والسكك الحديدية

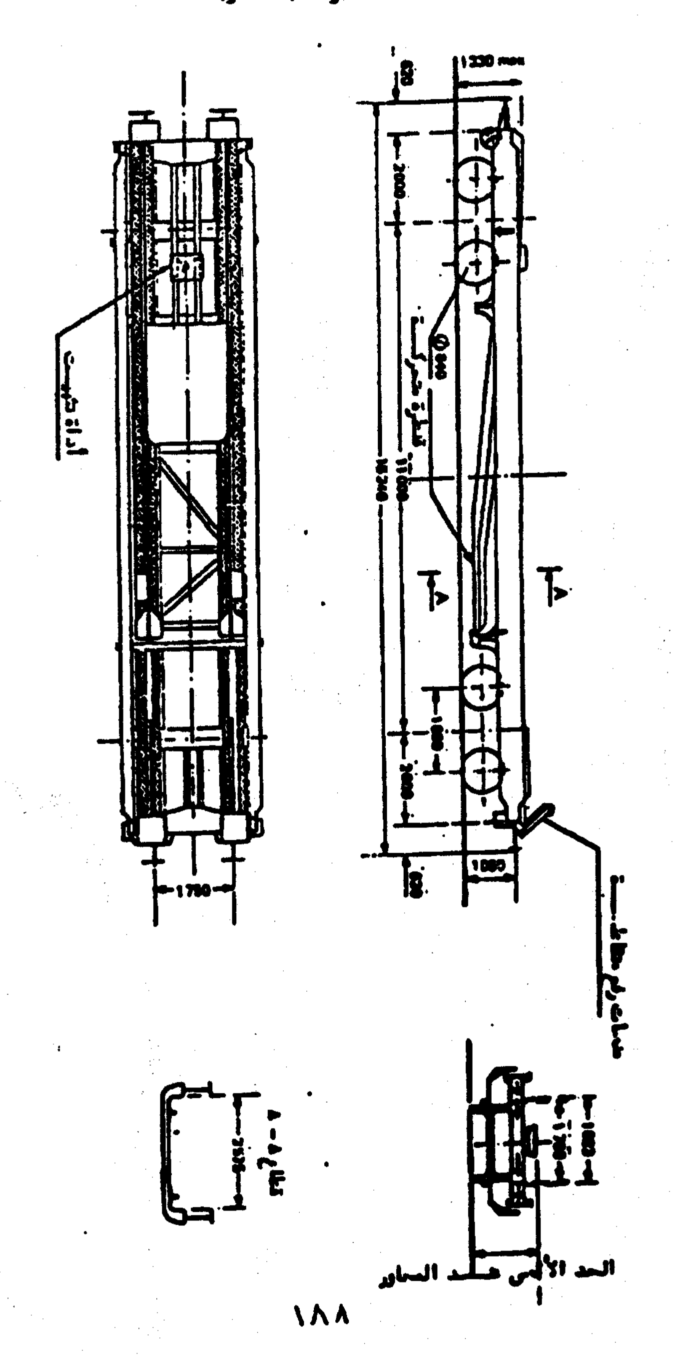
رسم بياني للتحميل



الشكل (٢٢)

عربة " كنغر" للنقل المخطط بالطرق والسكك الحديدية

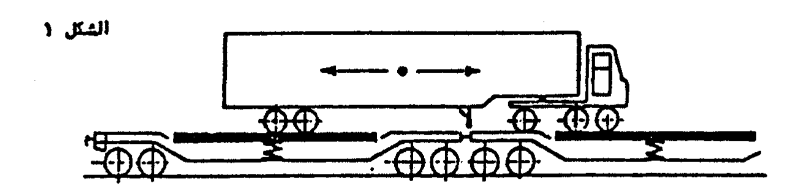
السمات المميزة لأبعاد العربات



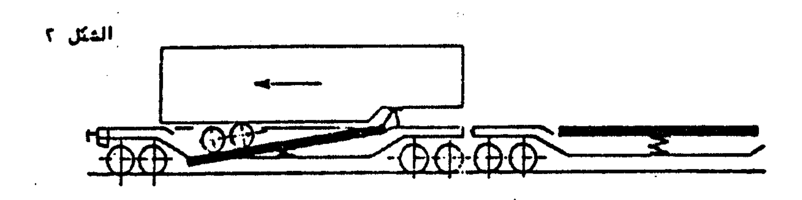
الشكل (٢٣)

عربة أرجوحة للنقل المختلط بالطرق والسكك الحديدية أوضاع للتحميل

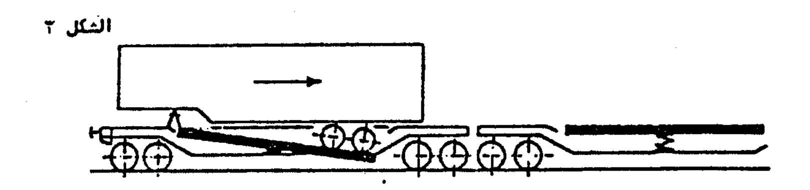
الشكل ١



الشكل ٢



الشكل ٣



استخدام أي نوع من أشباه المقطورات العادية بشرط إمكانية تأمينها، وتجرى عملية تعقيب الشحن من العربات الكنغر وإليها بواسطة مراقى طرفية مزودة بوسائل ضبط التمركز وبقضبان دليلية، وتقوم بهذه العمليات جرارات مناولة خاصة، وتزود العربات "الأرجوحة" بمراقى طرفية ليتسنى للجرارات المعتادة القيام بعملية تعقيب الشحن؛ ويوضح الشكلان (   ) و(   ) السمات التى تنفرد بها هذه العربات.

متطلبات المحطات الطرفية الداخلية

يتوقف الاعتراف بضرورة أو عدم ضرورة توفير محطات السكك الحديدية الداخلية ونوعية هذه المحطات (إذا كان توفيرها أصلاً ضرورى) على نظام النقل بالسكك الحديدية المعمول به فى المقام الأول، فإذا كان المتبع استخدام القطارات الوحدية، فلا مفر من ضرورة توفير مرافق المحطات الداخلية، أما بالنسبة لعمليات تشغيل العربات المفردة والتى قد ترتبط بعمليات تشغيل سكك تخزين خاصة، فربما يتوجب على المرسلين والمرسل إليهم أن يوفروا تسهيلات المناولة إذا لم يكن فى الوسع استبقاء الحاويات على عربات السكك الحديدية أثناء بقائها فى الأماكن التابعة للعملاء.

ويتوقف حجم المحطات الداخلية وتصميمها على نظام النقل المستخدم وحركة الأعمال المرتقبة، وتختلف المتطلبات إلى حد كبير باختلاف ما إذا كان الأمر يتعلق بتعقيب شحن الحاويات وحدها أم أيضاً وحدات الشاحنات المنقولة على العربات والتى يمكن مناقلتها أفقياً.

معايير اختيار مواقع المحطات الداخلية

يقتضى اختيار موقع المحطات الداخلية إجراء استقصاء للبدائل المتاحة على المستويين الإقليمى والمحلى، وفيما يتعلق بالمستوى الإقليمى، ينبغى أن يرتكز القرار على المعايير التالية:

- التوزيع الإقليمى فيما يتصل بالتركيز الصناعى والتجارى والسكانى ...إلخ.
- هيكل الشبكات القائمة أو المخطط لها بالنسبة لمختلف وسائط النقل.
- القرب من مرافق الشحن بالسكك الحديدية القائمة مثل ساحات المناورة ومحطات الشحن والخطوط الرئيسية ...إلخ.
- وظائف المحطة فى نطاق شبكة نقل الحاويات بالسكك الحديدية القائمة أو المخطط لها.

بعد الانتهاء من البت فى التوزيع الإقليمى للمحطات، يمكن اختيار الموقع على المستوى الجزئى استناداً إلى معايير من قبيل:

- الموقع بالنسبة لمحطات السكك الحديدية وخطوط السكك الحديدية الفرعية القائمة.
- وصلات الطرق المتاحة أو تكلفة توفير وصلات الطرق، وينطوى ذلك على عوامل نوعية مثل مدى جودة الطرق والجسور وكثافة المرور وما إلى ذلك.
- متوسط مسافة النقل على الطرق.
- إمكانيات توسيع المرافق.
- الاستثمارات اللازمة للهياكل التحتية والفوقية.
- سبل الربط بالمرافق العامة.

تصميم المحطات

محطات السكك الحديدية المعدة خصيصاً للحاويات

يتأثر تصميم المحطات بالأسلوب التقنى المستخدم فى التحويل وعدد الحاويات المتناولة، وفى حالة المحطة المعدة خصيصاً للحاويات تنطوى كل أعمال الشحن والتفريغ على عمليات رأسية، ولإجراء عمليات المناقلة ينبغى أن يتوفر مرفاع قنطرى متحرك يتوقف حجمه على عدد الحاويات المتناولة على أساس يومى فى المعتاد.

وترتكز التصميمات الواردة من الاتحاد الدولى للنقل بالسكك الحديدية، والتى يمكن ترجمتها إلى معدلات المناولة التالية:

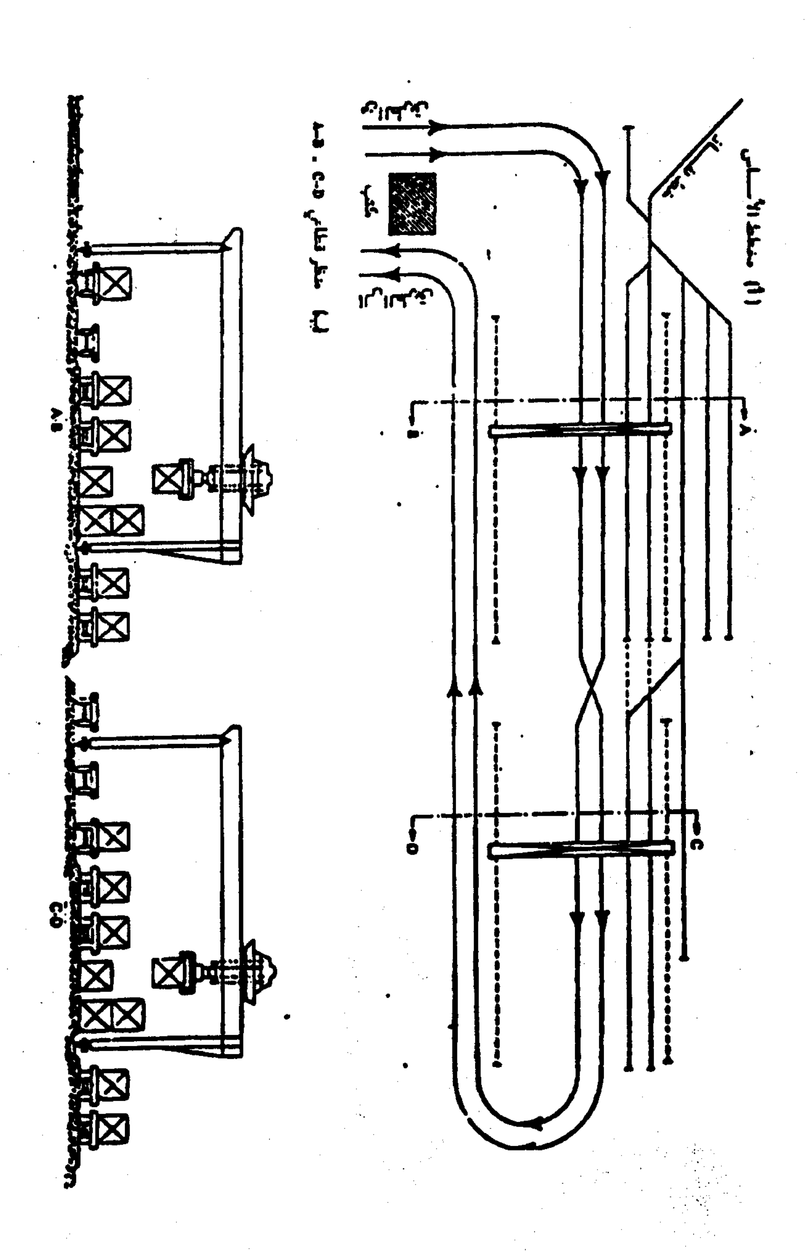
- المحطات الداخلية الكبيرة — أكثر من ١٠٠ حاوية يومياً ترد وترسل فى قطارات كاملة فى المعتاد.
- المحطات الداخلية المتوسطة — من ٢٠ إلى ١٠٠ حاوية يومياً.
- المحطات الداخلية الصغيرة — عدد يصل إلى ٢٠ حاوية يومياً.

وينبغى لتصميم ساحة المناقلة، مهما كانت أحجام المحطات، أن يضمن لحركة المرفاع القنطرى الامتداد على الأقل عبر خط حديدى واحد وممر برى واحد وممر وقوف واحد حسبما يتضح من الشكل (   )، ويشكل هذا التصميم شرطاً مسبقاً لإمكان تنفيذ المناقلات المباشرة بين الخط الحديدى والطريق البرى أو المناقلات غير المباشرة.

وأياً كان حجم المحطة، فينبغى لتصميم الخطوط الحديدية أن يتم ذلك على وجه يتيح إمكانية تحميل الحاويات على العربات أو إنزالها منها بأقل تأخير

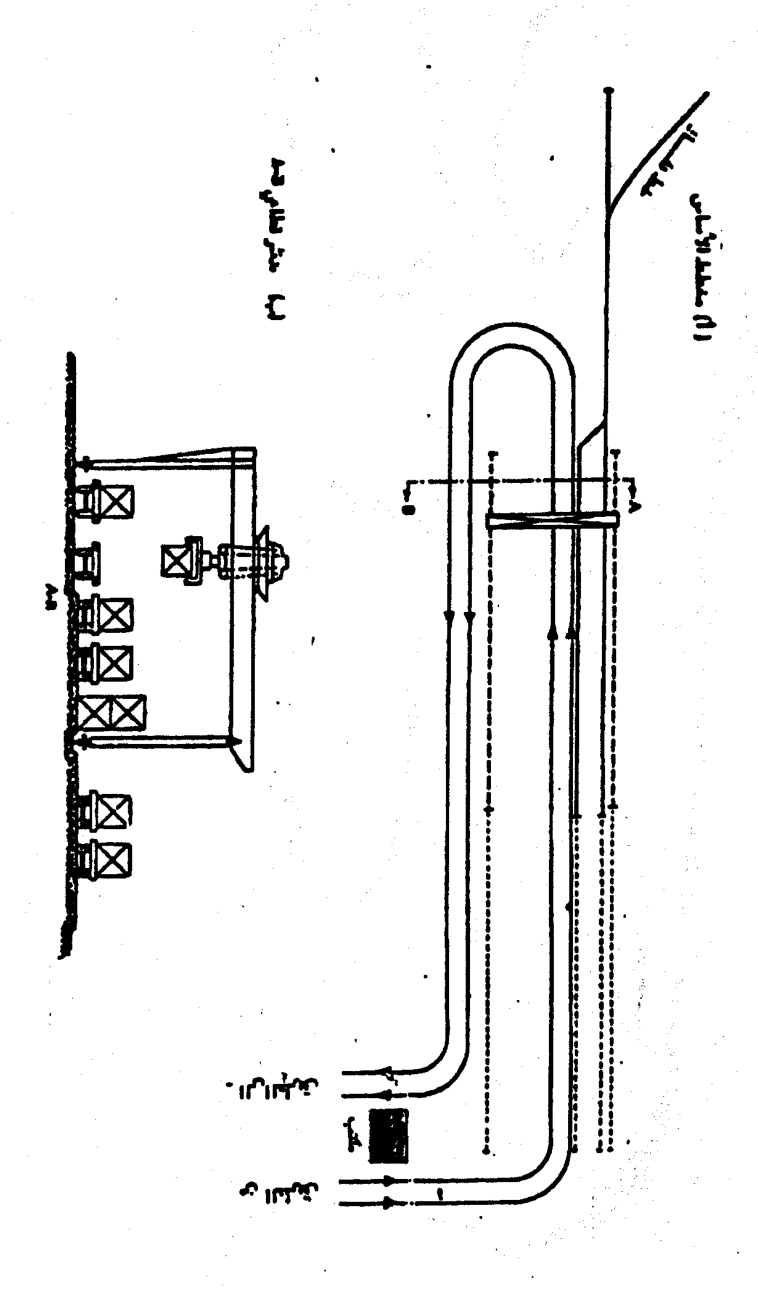
الشكل (٢٤)

محطة داخلية كبيرة



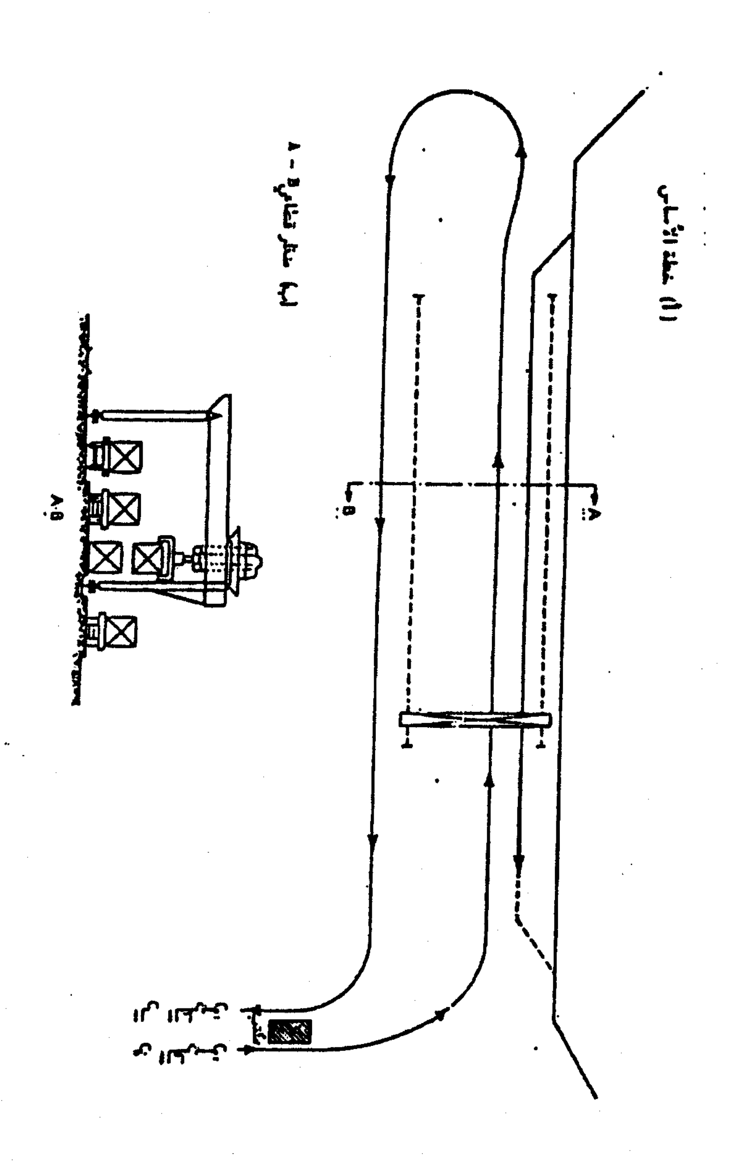
الشكل (٢٥)

محطة داخلية متوسطة



الشكل (٢٦)

محطة داخلية صغيرة



ممكن، ويتوقف عدد الخطوط وطولها على: عدد الحاويات التى يتعين تعقيب شحنها يومياً، ظروف الرفع والإنزال، ظروف مناورة القطارات والظروف المحلية، فإذا لم تنقل الحاويات بقطارات وحدية، فإنه ينبغى لتصميم الخطوط أن يتم على وجه يتيح أسبقية الاختيار تبعاً للوجهات بأدنى حد من التحويلات.

وينبغى، حيثما أمكن ذلك، توفير خطوط طوالية لتيسير العمليات فى المحطات، ولكن بما أن ذلك قد لا يتيسر دائماً، وخصوصاً فى المحطات الكبيرة، فإن الخطوط المفردة الطرفية تعتبر بديلاً سليماً إذا أملت الظروف المحلية ذلك، وقد يكفى فى حالة المحطة الصغيرة توفير خط تحويلى فرعى واحد.

وينبغى للخطوط المطلوبة أن تمتد طولاً على نحو يتسع لخدمة قطار كامل أو على الأقل نصف قطار لتلافى أي تجزئة ليس لها مبرر للقطار الوحدى وما يلى ذلك من ضرورة إجراء تحويلات.

ويرتكز الطول المقدر لقضبان انزلاق المرفاع على الحد الأقصى لطول القطارات الوحدية أو أجزاء القطارات التى يتوقع تقديم خدمات المناولة لها فى المحطة، ويجب أن يضاف إلى عامل طول القطارات أو أجزاء القطارات العوامل التالية للتوصل إلى تقدير واقعى للحد الأدنى لطول قضبان انزلاق المرفاع:

- حوالى ١٠ متر تفسح المجال لحالات التوقف غير الدقيق.
- جزء قضيبى لتيسير عمليات إصلاح المرفاع (يتوقف طوله على نوع المرفاع).
- حوالى (٥) متر لتحميل وتفريغ العربات الطرفية.
- طول إضافى يتوقف على مواقع الإشارات.

وينبغى أن يراعى فى تصميم الطرق فى المحطة أن يكون تصميماً مكملاً لتصميم الخطوط الحديدية، فمن الضرورى إذن، الأخذ بعين الاعتبار ليس الموقع فحسب، وإنما طول الطرق أيضاً؛ وتوصلاً إلى تقليل نواحى الاضطراب فيما يتصل بالعمليات التنفيذية إلى أدنى حد، فإنه يجب إنشاء ممرات برية تستهدف تيسير تعقيب شحن الحاويات مباشرة على نحو يتلافى المرور عبر الخطوط الحديدية، كما ينبغى توفير ممرات وقوف قريبة من الممرات البرية لتيسير التخزين المؤقت للحاويات.

المحطات التى تجمع بين خدمة نقل الحاويات وخدمة نقل الشاحنات على عربات السكك الحديدية

يتوقف مدى وجود أو عدم وجود اختلاف كبير بين تصميم محطات معدة خصيصاً لخدمة الحاويات وتصميم محطات تجمع بين خدمة الحاويات وخدمة نقل الشاحنات على عربات السكك الحديدية على الأسلوب التقنى المستخدم لنقل الشاحنات على العربات، وبالتالى على تقنية المناقلة ذات الصلة؛ وإذا استخدم نظام الجسم التبادلى فسيكون التصميم متطابقاً، عدا أن متطلبات الحيز ستكون أوسع إلى حد كبير، وينشأ ذلك عن ازدياد الحاجة إلى ساحة

وقوف وتخزين بسبب تعذر تكديس الأجسام التبادلية الواحد فوق الآخر علا خلاف الأمر بالنسبة للحاويات.

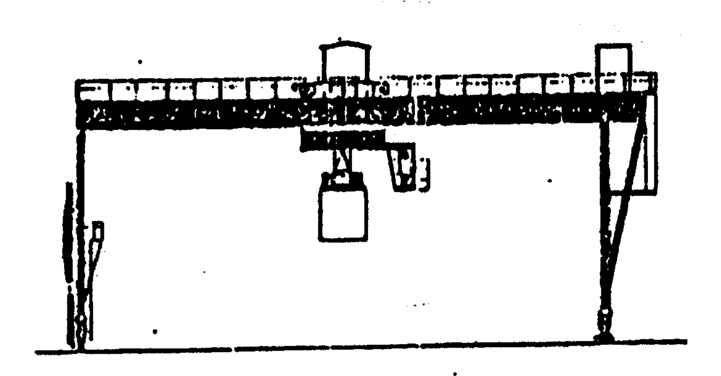
وفى حالة الناقلة الأفقية يتعين توفير تسهيلات لدحرجة المقطورات من وإلى القطارات، وتستعين أكثر الطرق شيوعاً فى المناولة بمراقى توجد فى نهاية أجزاء خاصة من السكك الحديدية، وتوصلاً إلى إكساب عمليات المناولة مرونة أكبر، فإنه ينصح بتوفير مراقى متنقلة؛ وثمة إمكانية أخرى ليست شائعة الاستخدام على نطاق واسع مثل المراقى، وهي تكمن فى تخفيض الخطوط الحديدية بحيث تتسطح مستويات التحميل مع سطح المحطة.

معدات المناقلة

تتكون القطعة الرئيسية فى المعدات المطلوبة للمحطات الداخلية من مرفاع قنطرى متحرك يقام عادة على قضبان، وتتوقف طاقة المرفاع على عدد الحاويات المتناولة، وينبغى أن يكون الحد الأقصى لطاقة الرفع فى المرفاع (٣٠) طن تقريباً لتيسير تعقيب شحن الحاويات المحملة من طراز (٤٠) قدم.
ويعتبر مقياس المسافة بين خطي المرفاع واحداً من أهم المتغيرات، حيث أنه يتحدد وفقاً له عدد الخطوط الحديدية والممرات البرية وممرات وقوف الحاويات التى يصل إليها مداه، ويبلغ الحد الأدنى للعرض اللازم لوصول مدى المرفاع إلى مسافة نموذجية تشتمل على خط حديدى واحد وممر برى واحد وممر تستيف واحد حوالي (١٤) متر، على أنه ينبغى مراعاة أن ما ينفق لشراء معدات المناولة قد يستنفد ويزيد عن الوفر فى التكاليف الأولية الذى يتحقق نتيجة تضييق المسافات إذا ثبت عدم كفاية الحيز المخصص لتستيف الحاويات أسفل المرفاع.

الشكل (٢٧)

مرفاع مناقلة



طاقة الرفع القصوى ٣٠,٥ طن مترى مدى المسافة بين الخطين ٢٨,٠٠ مترا

ارتفاع الرفع ٨,٥ متر سرعات التشغيل

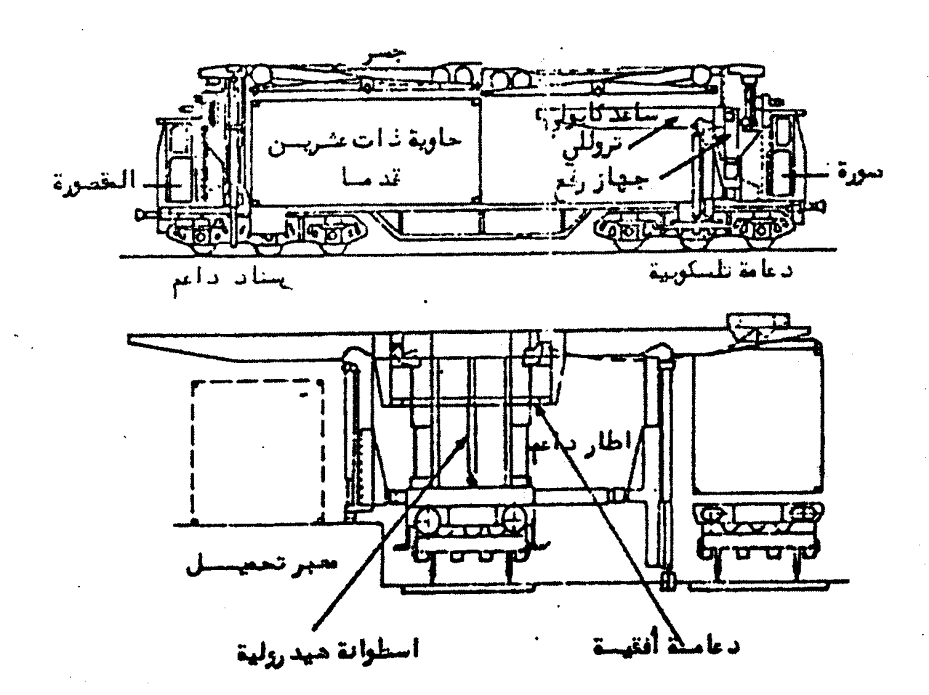
الحد الأقصى للرفع ١٠ متر فى الدقيقة

الحد الأقصى لحركة الترووللى ٤٠ متر فى الدقيقة

الحد الأقصى لحركة المرفاع ١٠٠ متر فى الدقيقة

الشكل (٢٨)

معدات مناقلة متنقلة



وتبلغ تكلفة حاويات واحد من الحجم والنوع الواردين فى الشكل رقم (٢٧) حوالى مليون دولار، وتوجد مرافيع أرخص ثمناً لخدمة المحطات الصغيرة يدور الحد الأدنى لسعرها حول ٢٠٠,٠٠٠ دولار للمرفاع الساكن الواحد غير المزود بمباعدات أتوماتيكية.

ويشكل الاستثمار فى المرافيع عبئاً ثقيلاً، وخصوصاً بالنسبة للمحطات الصغيرة أو سكك التخزين الخاصة؛ وفضلاً عن ارتفاع التكلفة الأولية نسبياً، فإن حقيقة مكوث المرفاع معطلاً معظم الوقت يضيف إلى تكلفة المناقلة، وتوصلاً إلى تخفيض هذه التكاليف، فقد جرت محاولات لبناء معدات مناقلة متنقلة ذاتية الحركة أو مقرونة بقطار يجرها إلى موقع المحطة التى يتعين مناقلة الحاوية فيها، وقد تفضى النماذج الأولية لهذه المعدات التى لم تنتج إلا حديثاً شكل (٢٨) إلى تخفيض تكلفة إنشاء المحطات الصغيرة أو المؤقتة إلى حد كبير.

وترتبط مشكلة الوزن الفارغ ارتباطا مباشرا بتكلفة العربات المتخصصة الغرض مقارنة بتكلفة العربات المسطحة التقليدية : وبما أن العربة المتخصصة الغرض لا تختلف اختلافا كبيرا عن العربة المسطحة فيما عدا عدم احتياجها إلى أرضية ، فان حجم المبلغ المستثمر في العربة الواحدة يقل بما يتراوح بين ٥ و ١٠ ٪ عن مثيله في العربة المسطحة وترتيبا على ذلك فان تكاليف إنشاء عربة منخفضة متخصصة الغرض طراز ٦٠ قدم تصل إلى ٩٠,٠٠٠ دولار تقريبا مقابل ١٠٠,٠٠٠ دولار تقريبا بالنسبة لعربة مسطحة بنفس الحجم وبالإضافة إلى انخفاض حجم الاستثمار تكون تكاليف تحميل وإنزال الحاوية منخفضة بالنسبة إلى تكاليف العربات التقليدية بالنظر إلى بساطة طرق تأمين الحاويات

جدول (٣-١)

العلاقة بين الحمل المحوري ومتوسط كثافة الحركة ونوعية الخط الحديدي

حجم الحساس في المتر الواحد من الخط (مقياس ١٠٦٧ ملم)	عدد الرواقد في الكيلومتر الواحد من الخط	وزن القضيب (بالكيلوجرام في المتر الواحد)	متوسط الحركة (بملايين الأطنان القائمة)	الحمل المحوري (بالأطنان)
٠,٩ م^{٣}/م	١٣٥٠	٣٠	أقل من ٢	١٣
٠,٩ م^{٣}/م	١٥٠٠	٣٠-٣٦	أكثر من ٢	
٠,٩ م^{٣}/م	١٥٠٠	٣٦	-	١٥
١,٠ م^{٣}/م	١٧٥٠	٣٩	-	١٨
١,٠ م^{٣}/م	١٥٠٠	٤٦	-	٢٠
١,٣ م^{٣}/م	١٧٥٠	٥٠	أقل من ١١	
١,٣ م^{٣}/م	١٧٥٠	٦٠	أكثر من ١١	٢٥
١,٥ م^{٣}/م	١٨٠٠	٦٠	أكثر من ١٠	٣٠
-	١٨٠٠-٢٠٠٠	٦٥	أكثر من ١٠	

وليس كون الأحمال المحورية أقل من تلك المطلوبة لنقل الحاويات الذى ينطوى فى حد ذاته على أن شبكة سكك حديدية ما لن تستطيع أن تنقلها على الإطلاق، فمن الممكن فى حدود معينة، استيعاب نقل الحاويات، وذلك على سبيل المثال بتخفيض سرعة الخدمة على تلك الأجزاء من الخط والتى لا تتحمل فى العادة سوى حمل محوري أخف.

الاستثمار فى المعدات الدارجة

نقل الحاويات

يقتضى الاستثمار فى المعدات الدارجة إلى تخطيط دقيق ووضع استراتيجية استثمارية شاملة، وهو أمر يؤدى عدم المضي فيه إلى المخاطرة بالقصور عن تلبية طلبات العملاء وتبكير التقادم الاقتصادى والتكنولوجى، وكلاهما يؤديان إلى تحول التجارة عن النقل بالسكك الحديدية إلى سواها من وسائل النقل البديلة؛ فيجب أن تلبى معدات الشحن الدارجة مطالب الشاحنين البالغة الأهمية ومنها التيقن من سرعة توفير العربات المطلوبة وإتاحة العربات المناسبة لخدمات النقل المطلوبة، ويكتسب المطلب الأخير أهمية بصفة خاصة بالنظر إلى أن النقل بالسكك الحديدية ينطوى فى المعتاد، بخلاف النقل على الطرق، على عمليات مناقلة وتحويل تزيد من خطر إتلاف البضائع.

ومشكلة الاستثمار هي مشكلة كمية ونوعية فى آن واحد، ويمكن تحديد عدد العربات اللازمة وفقاً للمعادلة التالية المقبولة عموماً:

$$\text{العربات اللازمة} = \frac{\text{المنقولات بالأطنان الكيلومترية}}{\text{متوسط التحميل} \times \text{متوسط الأداء الكيلومترى}}$$

ويقتضى تطبيق هذه المعادلة إلى تنبؤات مفصلة طويلة الأجل بحجم التجارة وهيكلها (نوع البضائع والتوزيع الجغرافى) وعوامل التحميل بالنسبة للعربات وإعداد مخططات إحلال طويلة الأجل؛ واحتمالات تأثير السكك الحديدية على البارامترات اللازمة محدودة،ويمكن اتخاذ تدابير تنظيمية لتحسين الأداء من خلال تقليل زمن دورة العربات وسيرها فارغة إلى أدنى حد؛ وتؤثر أحجام وأنواع العربات التى توفرهـــا السكك الحديدية على تــطور متوسط

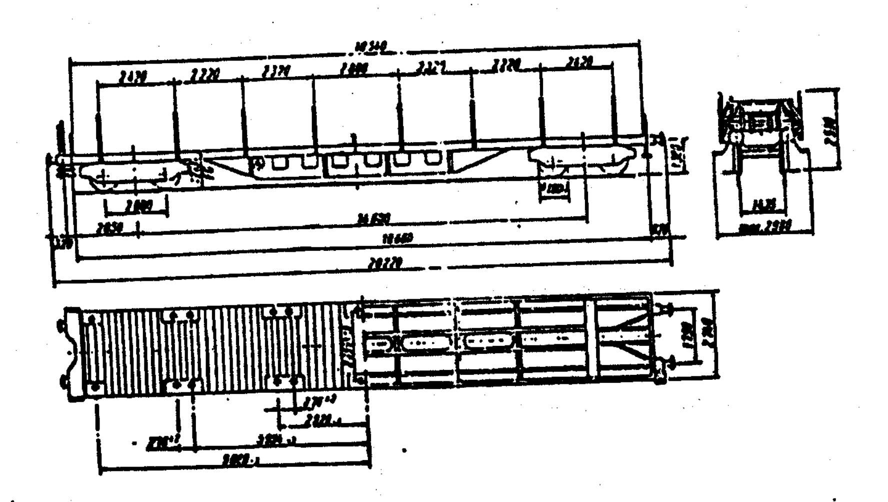
عامل التحميل في المستقبل، على أنه ينبغي ألا يغيب عن البال عدم وجود علاقة نسبية بين طاقة العربة وعامل التحميل مما يعني على سبيل المثال إمكانية الاستعاضة عن عربة طاقتها ٥٠ طن بعربتين طاقة كل منهما ٢٥ طن، وقد اتضح في الواقع أن معدل إحلال عربة رباعية المحور بعربة ثنائية المحور هو ١,٦ تقريباً.

وفي حين يقتضي نقل السوائب المتنوعة بالسكك الحديدية وجود أسطول من العربات المهيأة بصفة خاصة لإشباع حاجات العملاء، فإن النقل المختلط يتيح توحيد المعدات الدارجة توحيداً بعيد المدى، وترتيباً على ذلك، يمكن تخفيض النفقات المبدئية في مجال الاستثمار وكذلك نفقات الإدارة والصيانة تخفيضاً ملحوظاً بالمقارنة مع العربات المصممة لتلائم نقل السوائب المتنوعة؛ وقد يكفي سواء في نقل الحاويات أو نقل الشاحنات على العربات توفير نوعين أو ثلاثة أنواع أساسية من العربات، وهذه تتألف من عربة مهيأة خصيصاً لحمل الحاويات، ربما لاستخدامها في القطارات الوحدية ومن عربة متعددة الأغراض للنقل المختلط تتيح المناقلة الرأسية، كما تتألف في الحالات التي تنطوي على عمليات واسعة النطاق لنقل الشاحنات على عربات، من عربة تتيح مناقلة الشاحنات أفقياً.

ويمكن نقل الحاويات إما على عربات مسطحة متعددة الأغراض وإما على عربات منشأة خصيصاً لخدمة الحاويات؛ وإذا استخدمت العربات المسطحة التقليدية، فإن التعديل الوحيد اللازم إدخاله عليها هو توفير تسهيلات الربط المحكم لتأمين الحاويات، بشرط أن تكون العربات كبيرة إلى حد كاف وأن تتسع حمولتها الصافية لنقل الحاويات؛ وفي الحالات التي لا يسمح فيها الشكل

الشكل (٢٩)

مواصفات العربات المسطحة المعدة لنقل الحاويات



مقطورة رباعية المحور مزودة المحور مزودة بوسائل لتأمين الحاويات

الجانبى الحالى للأحمال على الخط بنقل الحاويات نتيجة لقيود الارتفاع، فإنه يمكن علاج الوضع بتثبيت عجلات أصغر قطراً لتقليل الارتفاع الكلى، ويرد فى الجدول (٣-٢) الحدود الدنيا للأبعاد وطاقات الحمولة الصافية اللازمة لنقل الحاويات المطابقة لمعايير المنطقة الدولية للتوحيد القياسى، كما يرد فى الشكل (٢٩) مواصفات إضافية.

جدول (٣-٢)

الحدود الدنيا لأبعاد وطاقات الحمولة الصافية لعربات السكك الحديدية المسطحة المعدة لنقل الحاويات

الحد الأدنى لطاقة الحمولة الصافية (بالطن)	الحد الأدنى للعرض (بالمتر)	الحد الأدنى لطول الحمل (بالمتر)	سلسلة حاويات المنطقة الدولية للتوحيد القياسى
٣٠,٠٥	٢,٤٤	١٢,٢٠	١ ألف وا ألف ألف
٢٥,٥	٢,٤٤	٩,١٣	١ باء وا باء باء
٢٠,٤	٢,٤٤	٦,٠٦	١ جيم وا جيم جيم

ويمكن استخدام العربات المتخصصة الغرض فى نقل الحاويات سواء بالقطارات الوحدية أو كشحنة عربة قائمة بذاتها، وعلى عكس العربات المسطحة المتعددة الأغراض، يمكن أن تكون العربات المتخصصة المهيأة أقل وزناً بحيث تتيح علاقة أفضل بين وزنها فارغة وبين طاقة حمولتها الصافية؛ ويرد فى الجدول رقم (٣-٣) بيان الوزن الساكن وطاقة حمولة العربات المنشأة خصيصاً لنقل الحاويات مقارناً بمثيله فى العربات المسطحة التقليدية.

وترتبط مشكلة الوزن الفارغ ارتباطاً مباشراً بتكلفة العربات المتخصصة الغرض مقارنة بتكلفة العربات المسطحة التقليدية؛ وبما أن العربة المتخصصة الغرض لا تختلف اختلافاً كبيراً عن العربة المسطحة، فيما عدا عدم احتياجها إلى أرضية، فإن حجم المبلغ المستثمر فى العربة الواحدة يقل بما يتراوح بين ٥ و ١٠٪ عن مثيله فى العربة المسطحة؛ وترتيباً على ذلك، فإن تكاليف إنشاء عربة منخفضة متخصصة الغرض طراز ٦٠ قدم تصل إلى ٩٠,٠٠٠ دولار تقريباً مقابل ١٠٠,٠٠٠ دولار تقريباً بالنسبة لعربة مسطحة بنفس الحجم؛ وبالإضافة إلى انخفاض حجم الاستثمار، تكون تكاليف تحميل وإنزال الحاوية منخفضة بالنسبة إلى تكاليف العربات التقليدية بالنظر إلى بساطة طرق تأمين الحاويات.

جدول (٣-٣)

الوزن الساكن والحمولة الصافية للعربات التقليدية والعربات المخصصة لنقل الحاويات

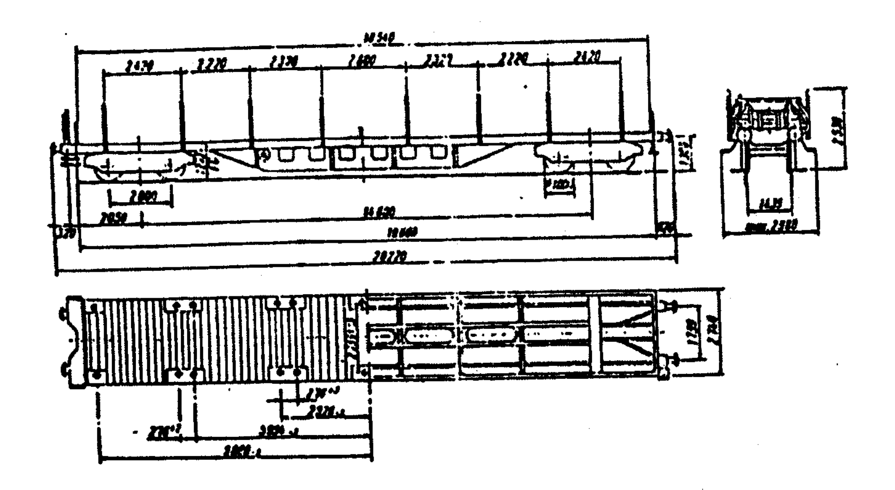
نسبة الحمولة الصافية/الوزن الساكن	الحمولة الصافية	الوزن الساكن	الحمل المحوري	نوع العربة
٢,٢٥	٢٧,٥	١٢,٢	٢٠	- العربة المسطحة وحيدة المحور من النوع Ks
٢,٦٤	٢٩	١١	٢٠	- عربة حاويات وحيدة المحور من النوع Lbs
٢,٤٨	٥٧	٢٣	٢٠	- عربة مسطحة ثنائية المحور من النوع Rgs
٢,٨٣	٥١,٧	١٨,٣	١٧,٣	- عربة حاويات ثنائية المحور من نوع شاحنات الخطوط المنتظمة

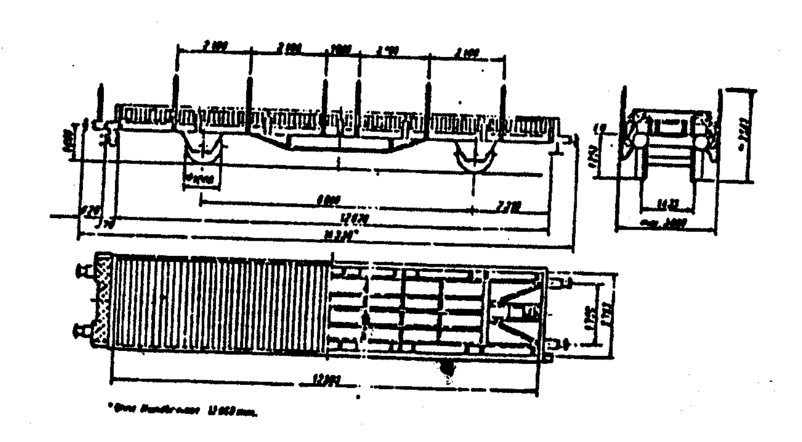
ويمكن تبين مواصفات المقطورات المنشأة خصيصاً لنقل الحاويات، وأنواع العربات المبينة مخصصة لاستخدام القطارات الوحدية فقط، فإذا تعين استخدام العربات الناقلة للحاويات فى قطارات البضائع العادية، فمن الضرورى أن تثبت فيها أجهزة ماصة للصدمات، وإلا تتعذر المناورات العنيفة.

والاختلافات فى السعات المميزة للعربات المزودة بالأجهزة الماصة للصدمات وغير المزودة بها واسعة جداً كما يتضح من المثال التالى المضروب لعربة منخفضة طراز ٦٠ قدم:

الشكل:(٢٩)

مواصفات العربات المسطحة المعدة لنقل الحاويات





عربة تقليدية ثنائية المحور

عربة مزودة بأجهزة ماصة للصدمات من نوع Sgss	عربة غير مزودة بأجهزة ماصة للصدمات من نوع Sgss	
٢١ م	١٩,٦٤م	الطول فوق المصدات
١٩,٧٦م	١٨,٤٠م	طول الهيكل السفلى
١٨,٤م	١٨,٤٠م	الحد الأدنى للطول المتاح
١,١٨م	١,١٧م	الحد الأقصى لارتفاع سطح التحميل فوق مستوى القضبان
١٥,٨م	١٤,٦م	المسافة بين المرتكزات المنخفضة
٢٣ طن	١٨ طن	أقصى حد للوزن الفارغ
٥٧ طن	٦٢ طن	الحمولة الصافية عند مستوى حمل محورى من ٢٠ طن

الأسس التى يتم الاختيار بناءً عليها.

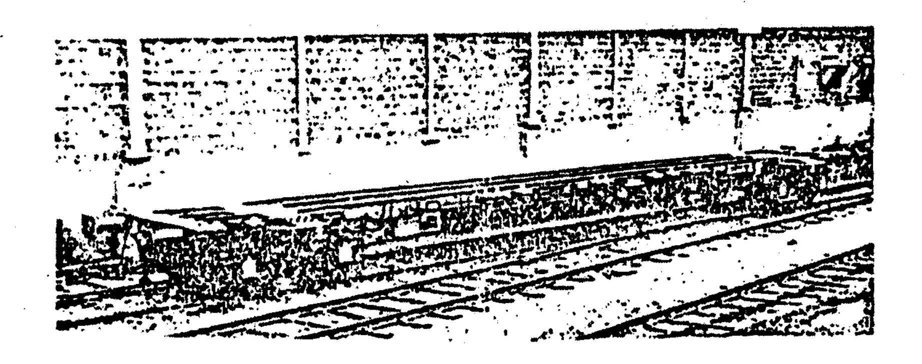
يقصد بالأسس التى يتم الاختيار بناءً عليها أن يتم اختيار القطار المناسب بناءً على النقاط التالية:

١. الحمولة المسموح بها لكل قطار للسير على السكة المحددة.
٢. مواصفات عربات السكة الحديد التى بناءً عليها يتم تحديد عدد عربات القطار.
٣. مسافات السير بين محطة الشحن ومحطات التفريغ.
٤. عدد المحطات التى سيسيرَ عليها القطار من أجل ترتيب عربات القطار.
٥. السرعة التى سيتم الاتفاق عليها من أجل عمليات النقل.
٦. تنفيذ طلب الشاحن حسب الطلب.
٧. معدات الشحن والتفريغ.

الشكل (٣٠)

المقطورات الناقلة للحاويات

مقطورة ذات ٦٠ قدما



الطول : ١٨,٤ كترا

الطول المتاح : ٦٠ قدما

ارتفاع أرضية العربة ١,١٧ مترا

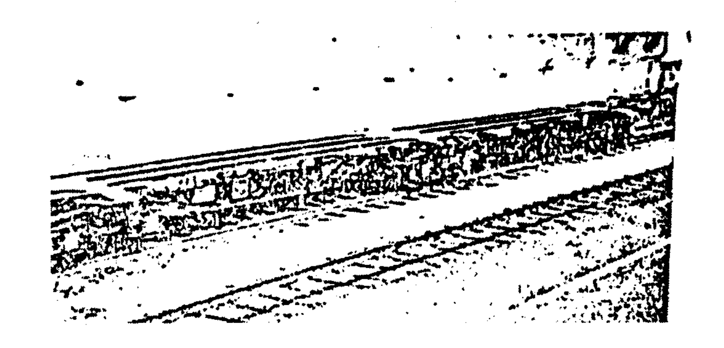
الحد الأقصى للحمولة : ٦٢ : طنا

الوزن الفارغ : ١٨ طنا

تؤمن الحاوية بواسطة طرف ذكري قابل للسحب

نصف قطر التقوس : ٧٥ مترا كحد أدنى

مقطورة ذات ٨٠ قدما



الطول : ٢٥,٨٦ مم

الطول المتاح : ٨٠ قدما

ارتفاع أرضية العربة

الحد الأقصى : ٨٨ طنا

الوزن الفارغ : ٢٦ طنا

تؤمن الحاوية بواسطة طرف ذكري قابل للسحب .

يرتكز الشحن بالقطارات على النقاط المذكورة بعاليه من أجل أن يتحقق النقل المطلوب للبضائع الموجودة حيث يمكن أن تختار العربات الخاصة بالقطار حسب نوع البضائع التى يمكن أن ينقلها القطار وهذا يعتمد أساسًا على توضيح مواصفات البضائع من أجل أن يتم تستيف هذه البضائع على سطح عربات القطار المختارة لتكوين القطار، فمثلاً إذا كانت البضائع صب سائل، يمكن استخدام عربات تنكات حيث يوجد منها أنواع كثيرة، فهناك تنكات لنقل المياه العذبة وتنكات لنقل منتجات البترول ... إلخ، وهناك بضائع صب جاف وتوجد بالسكك الحديدية عربات متخصصة فى نقل الصب الجاف حيث تكون مجهزة ببوابات خاصة موجودة أسفل العربة حتى يمكن تفريغ الشحنة فى اقل وقت ممكن، وهكذا تحدد العربات التى تتفق مع البضائع المطلوب نقلها حيث لابد أن يحدد الوزن الكلى للقطار وذلك حسب الحالة الجيولوجية للمسار المختار.

ويمكن توضيح ذلك فى النقاط التالية:

١- الحمولة المسموح بها للقطار

تختلف الحمولات التى يسمح بتحميلها على القطار المختار تبعًا للحالة الجيولوجية والطبوغرافية لمسار السكة حيث يوجد مسار يتحمل ١٠٠٠ طن بينما مسار آخر يتحمل ١٢٠٠ طن وهكذا...، ولذلك يراعى عند تصميم القطار أن تكون الحمولة الكلية مناسبة لقوة تحمل السكة التى سيسير عليها القطار، ويمكن حساب ذلك من المعادلة التالية:

الحمولة الكلية = حمولة البضائع + حمولة القطار والعربات فارغة

٢- مواصفات عربات السكة الحديد

يوجد لدى السكك الحديدية عربات كثيرة متنوعة من حيث ملاءمتها لعمليات النقل، إلا أن أسس الاختيار تعتمد على الأوزان التى ستحملها هذه العربات المختارة بحيث يتم تحديد عدد العربات بناءً على تحمل السكة لهذه الأوزان كما سبق أن شرحنا، ولذلك يمكن أن تتواجد عربات كثيرة صب سائل أو جاف أو حاويات أو سيارات ...إلخ حمولاتها واحدة مثلاً ٤٠ طن أو ٣٠ طن أو ٥٠ طن وهكذا، ولذلك فإن اختيار عدد عربات القطار يعتمد على نوع العربة وحمولتها القصوى التى يمكن أن تحملها هذه العربة.

الحمولة الكلية للقطار = حمولة القطار فارغًا + حمولة البضائع

حمولة السكة = حمولة القطار المختار

٣- مسافات المسير

هي المسافات التى سيقطعها القطار للوصول إلى نقطة الشحن أو التفريغ والتى على أساسها يحتسب زمن الرحلة ويتم تحديد زمن الوصول.

٤- تحديد عدد المحطات

إن عملية تحديد عدد المحطات من العمليات المهمة لرجال السكك الحديدية المتخصصين فى رص عربات القطار وكذلك توصيلها ببعضها البعض حسب الأصول الفنية، ولذلك فإنه يراعى ترتيب القطار حسب محطات الوصول، فإذا كان خط سير القطار سيتوقف عند المحطة (أ)، المحطة (ب)، المحطة (جـ) بهذا الترتيب، فإن آخر عربات القطار والذى قد يتكون من (١٢) عربة مثلاً والتى ترقم ابتداءً من القاطرة أي أن رقم العربة (١) تكون خاصة بالقاطرة وتتسلسل الأرقام بعد ذلك حتى رقم (١٢)؛ ولذلك فإن آخر العربات

أرقام (١٢)، (١١)، (١٠)، و(٩) ستكون فى آخر القطار حتى إذا وصل القطار إلى المحطة (أ) فسيكون الأمر سهلاً على عمال السكة الحديد فى فك هذه العربات من القطار ثم يسمح للقطار باستكمال رحلته على أن يقوم المتخصصون فى المحطة (أ) بسحب هذه العربات الأربع إلى منطقة التشغيل بعيدًا عن منطقة العمليات حتى إذا ما وصل القطار إلى المحطة (ب) فإن العربات أرقام (٨)، (٧)، (٦)، و(٥) سوف تفك لحظة الوصول وهكذا... إلى أن يتمم القطار رحلته كاملة، فإذا ما وصل إلى المحطة (جـ) فإن العربات أرقام (٤)، (٣)، (٢) و(١) سوف تفك أيضًا من القاطرة ثم تجر العربات فى كل محطة إلى أماكن التفريغ.

٥- السرعة المتفق عليها

تحدد السرعة المتفق عليها مع قطاع السكة المحددة بحيث يتم التعاقد على السرعة المطلوبة وذلك حسب طلبات الشاحن، حيث تعرض السكة الحديد السرعات التى يمكن أن يسير بها القطار للوصول إلى منطقة التفريغ حيث أن كل سرعة مقدمة من قبل السكك الحديدية يكون لها نولونها الخاص الذى يمكن التعامل به حيث أنه عادةً ما يكون تشغيل قطارات البضائع فى الأزمنة البينية بين القطارات المعلنة فى جداول المسير.

٦- تنفيذ طلب الشاحن

يراعى المسئولون عن عمليات النقل بالسكك مناقشة الشاحن حسب الأصول التجارية حيث يقوم كل طرف سواء الناقل أو الشاحن بتقديم أسئلة يتحدد من خلالها كيفية تنفيذ عمليات النقل وهذه الأسئلة هى:

أ- الناقل سيسأل الشاحن:

١) نوع البضاعة المطلوب نقلها

٢) كمية البضائع المطلوب نقلها

٣) مكان الوصول وهي المسافة المقطوعة.

ب- الشاحن سيسأل الناقل:

١) أقل تكلفة للنقل

٢) أسرع زمن وصول ممكن

٣) أقل وقت ممكن.

أما عن أسئلة الناقل، فهو الذى سيحدد نوع العربات المستخدمة والتى تتفق مع نوع البضائع المنقولة؛ أما عن الكمية فذلك من أجل أن يعرف عدد العربات التى ستستخدم هذا بخلاف الزمن المستغرق، وكذلك فإن تحديد المسافة يستنتج منها الناقل زمن الرحلة وموعد الوصول.

أما عن أسئلة الشاحن عن أقل تكلفة ممكنة، فربما يخطر ببال الدارس أن أقل تكلفة تعنى نولون أقل وهذا خطأ جسيم يقع فيه الدارسون لعمليات النقل، حيث أن أقل تكلفة ممكنة تعنى أن تكون العربات المستخدمة حمولة كاملة حسب مواصفاتها لأنه فى هذه الحالة إذا كانت الشحنة كاملة لقطار (١٠٠٠) طن نولون النقل (١) جنيه لكل طن، فهذا يعنى أن الشاحن سيدفع (١٠٠٠) جنيه نظير نقل (١٠٠٠) طن بضائع، وفى هذه الحالة تكون أقل تكلفة قد تحققت.

أما إذا كان الطلب أسرع زمن ممكن، فإنه فى السكة الحديد تعرض أكثر من سرعة لحركة القطار، فإذا ما طلب سرعة عالية دفع نولون أعلى مما ذكر، فمثلاً تقول السكة الحديد لتحديد النقل بأقل تكلفة فهذا يعنى سرعة ٦٠ كم/ساعة مثلاً، أما إذا كان تحقيق سرعة للنقل يطلبها الشاحن، فإن هذا الاتفاق سيتقرر حسب إذا ما اختار الشاحن سرعة ٨٠ كم/ساعة حيث سيكون النولون عندئذ (٢) جنيه مثلاً وعند سرعة ١٢٠ كم/ساعة ربما يكون النولون (٤) جنيه وهكذا يستطيع الشاحن أن يقرر السرعة المطلوبة.

أما فى حالة أقل وقت ممكن، فإن هذا الأمر يتطلب أن تكون حمولة القطار أكبر ما يمكن مع السرعة الأولى، ولذلك نجد أن الكمية ستنقل فى زمن كلى أقل من الزمن المقطوع فى حالة أقل تكلفة وأكبر من حالة أسرع زمن ممكن.

٧- معدات الشحن والتفريغ

تلعب معدات الشحن والتفريغ دورًا مهمًا فى عمليتي الشحن والتفريغ لأنه كلما كانت معدات الشحن جاهزة وسليمة ومصانة صيانة جيدة كلما قل زمن الشحن والتفريغ إلى أقل وقت ممكن، ولذلك تقوم هيئة السكك الحديد بحساب أجرة معدات الشحن والتفريغ ضمن اتفاق النقل وحتى لا تتعطل القطارات وبالتالى تزيد الإشغالات على الخط دون الاستفادة من تحرك القطارات.

كما يجب أن تتناسب معدات الشحن والتفريغ مع الأحمال التى ستقوم برفعها وإنزالها، ولذلك نجد أن المحطات المتخصصة فى نقل الحاويات أو البضائع

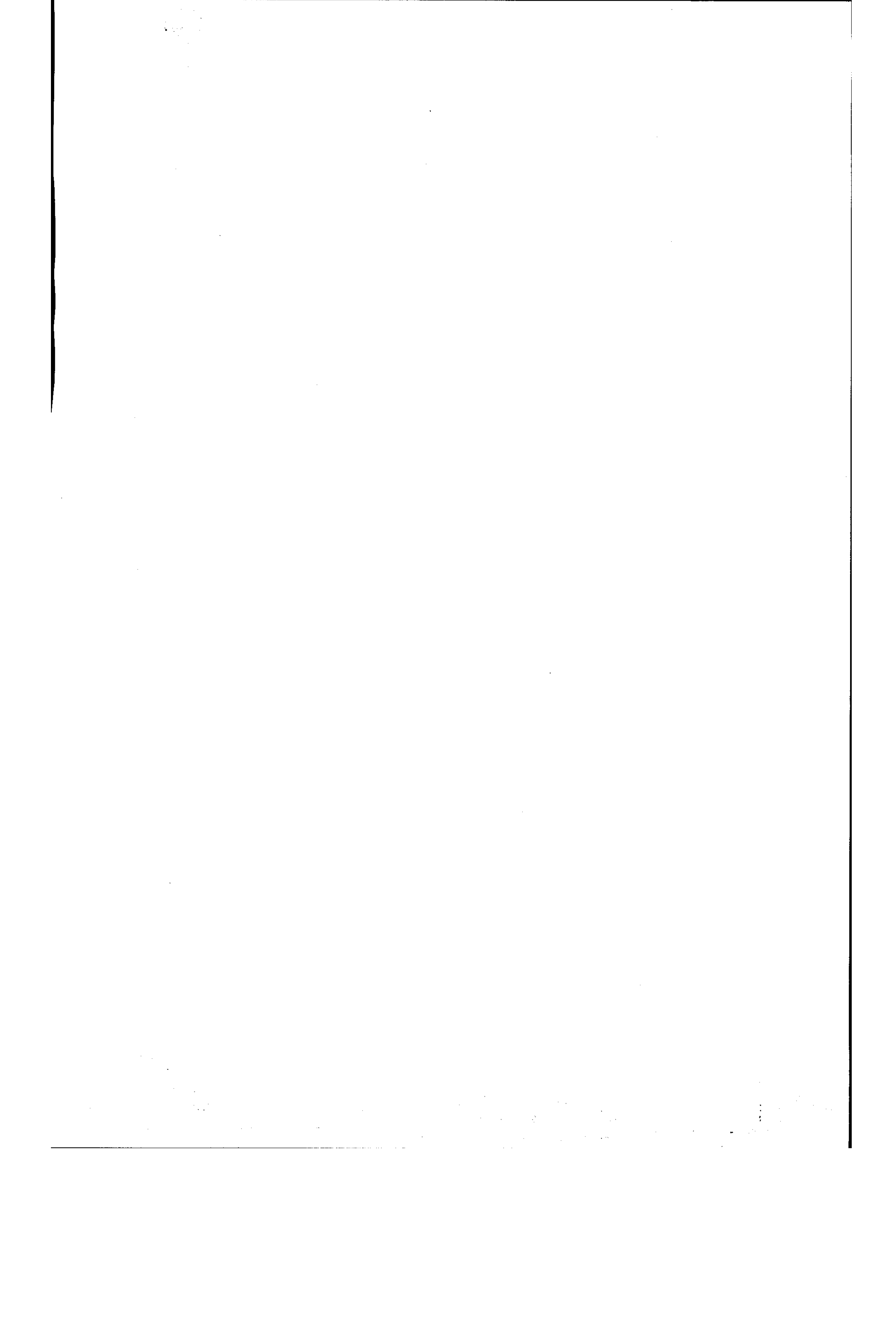
الثقيلة تكون مجهزة بأوناش عملاقة من أجل إتمام عمليات الشحن و التفريغ بأمان.

مثال تطبيقي على ما ذكر

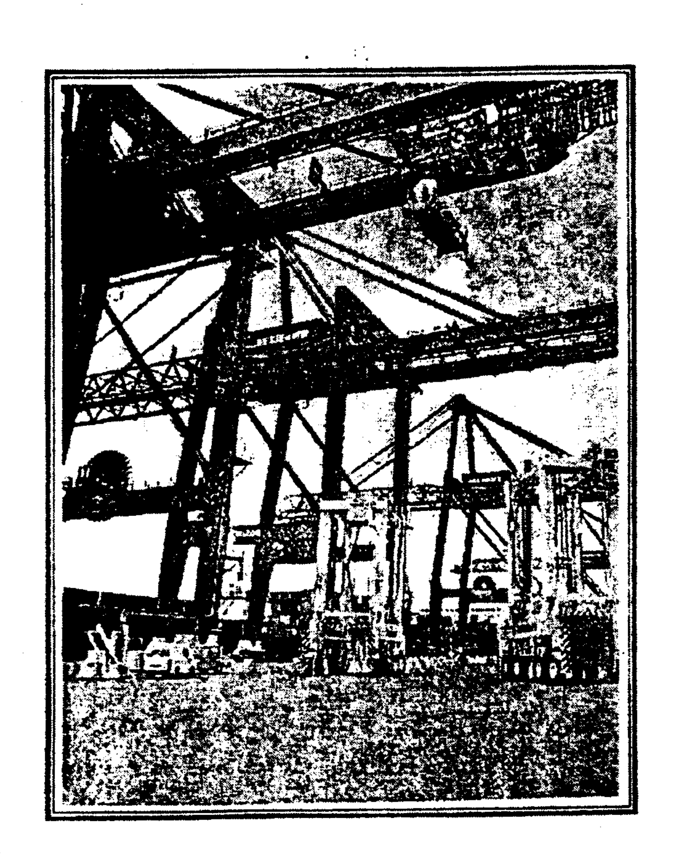
بصفتك مسئول النقل بالشركة الأهلية للنقل متعدد الوسائط، طلب منك نقل (٨٠٠٠) طن بضائع مصندقة بواسطة السكك الحديد، فإذا علمت البيانات التالية:

١. ١٥٠٠ طن إلى المحطة (أ) والتي تبعد مسافة ١٥٠ كم.
٢. ٢٠٠٠ طن إلى المحطة (ب) والتي تبعد مسافة ١٧٠ كم.
٣. ٤٥٠٠ طن إلى المحطة (جـ) والتي تبعد مسافة ٢٠٠ كم.
٤. حمولة القطار لا تزيد عن ١٢٠٠ طن.
٥. توجد عربات بالسكك الحديد حمولة ١٠، ٢٠، و٤٠ طن.
٦. سعر نولون النقل عند سرعة ٤٠ كم/ساعة ٠,١٧ جنيه/طن ١ كم.
٧. سعر نولون النقل عند سرعة ٧٠كم/ساعة ٠,٤٥ جنيه/طن ١ كم.

إشرح كيف سيتم النقل إذا علمت أن الشاحن يطلب تنفيذ النقل بأقل تكلفة ممكنة كما أن أوزان عربات القطار هي ٤، ٦، ٨ طن حسب الترتيب المعطى في البيان رقم (٥).



الباب الرابع



إنتاجية الميناء

مقدمة

كانت ولا تزال عمليات التشغيل في موانئ الدول النامية من أهم المشاكل التي تعترض هذه الموانئ ، فمعظم هذه الموانئ تشكو من انخفاض في إنتاجية أرصفتها التي ترجع أصلا إلي الطرق المستخدمة في عمليات التشغيل مما أدت إلي مضاعفات تسبب عنها ازدحام السفن في الموانئ وتكدس البضائع في البضائع في الساحات والمخازن الموجودة ضمن نطاق هذه الموانئ .

ومن الطبيعي أن النتائج التي تترتب عن ذلك هو أحجام السفن بصورة عامة وعدم ترددها لهذه الموانئ أو زيادة التأخير الأمر الذي ينعكس على الاقتصاد القومي للدولة ولا شك أن اتباع سبل التشغيل الأفضل سوف يؤدى آبى رفع مستوي الكفاءة في هذه الموانئ وتخطي العقبات التي تقف حائلا دون زيادة هذه الإنتاجية .

لقد أوضح هذا الباب بعض الطرق والأساليب الأساسية لعمليات التشغيل في الموانئ فقد تم استعراض إنتاجية الميناء وتحميلها والأساليب المطابقة وكذلك طرق جمع المعلومات ونظام الرصيف والطاقة الممكنة والطاقة الفعلية ثم تحدثت عن أشغال الرصيف وزمن دورة السفينة في الميناء والتكاليف المترتبة على ذلك .

وقد تم ايضا استعراض نظام تداول بضائع السفينة ثم نظام التنقل ونظام التخرين والعلاقة بينهما ثم نظام التسليم ومؤشرات الأداء المستخدمة .

تحليل إنتاجية الرصيف

١- دراسة إنتاجية الرصيف Berth Through Put Analysis

إن الغرض الأساسي لهذه الدراسة هو ابتكار أفضل الطرق لعمليات النقل وتداول البضائع في الموانئ والمناطق الجغرافية الخلفية التابعة لها، بقصد جعل هذه العمليات تساهم إلى حد كبير في تخفيض تكاليف النقل التي تنعكس آثاره على نمو الاقتصاد القومي.

ومن الطبيعي أن تكون دراستنا هذه مبنية على أساس أن مساهمة الميناء للاقتصاد القومي سوف تزداد إذا تم الإسراع في عمليات تداول البضائع ودخول السفن بأقل التكاليف، وحينئذ ستكون الفرصة مهيأة لجذب أكبر عدد ممكن من الشاحنين وملاك السفن أو مستغليها.

أما فيما يتعلق بتكاليف الميناء، فإن النسبة العظمى لهذه التكاليف ممثلة في رأس المال الثابت المستثمر في الأرصفة والمخازن والسقائف والروافع الثابتة والمتحركة ...إلخ، والتي يمكن تخفيضها بزيادة عدد الأطنان المتداولة عبر هذه الأرصفة بحيث يصبح نقل وحدة الطن بأقل ما يمكن من تكاليف.

وعلى الرغم من أن جميع الموانئ تتمتع بخواص مشتركة لاستقبال البضائع الواردة من أماكن مختلفة بواسطة السفينة ونقلها إلى مناطق التوزيع في الداخل، إلا أن هناك فروق فيما بينهما بكلا الناحيتين التكوينية والعملية نتيجة لعدم وجود حل موحد وشامل لمشاكل زيادة إنتاجية الرصيف في تلك الموانئ.

ويمكن القول بأن الهدف من دراسة إنتاجية الرصيف هو تطوير طرق تحليل عمليات الميناء بحيث يمكن استخدامها لحل الأغراض التالية:

أ- تحديد أماكن الاختناقات بغرض زيادة الإنتاجية.

ب- تقييم المنافع من جراء تقليل مثل هذه الاختناقات.

٣- الأساليب المطبقة

يمكننا القول بأن هناك أسلوبين مطبقان: الأول هو الأسلوب الأساسي Basic Methods والثاني هو أسلوب المحاكاة Simulation Methods وأن الظاهرة الرئيسية لدراسة إنتاجية الرصيف هو أن كلا الأسلوبين المطبقان في تحليل أداء الميناء قد تم تطويرهما بشكل يوازي كل منهما الآخر.

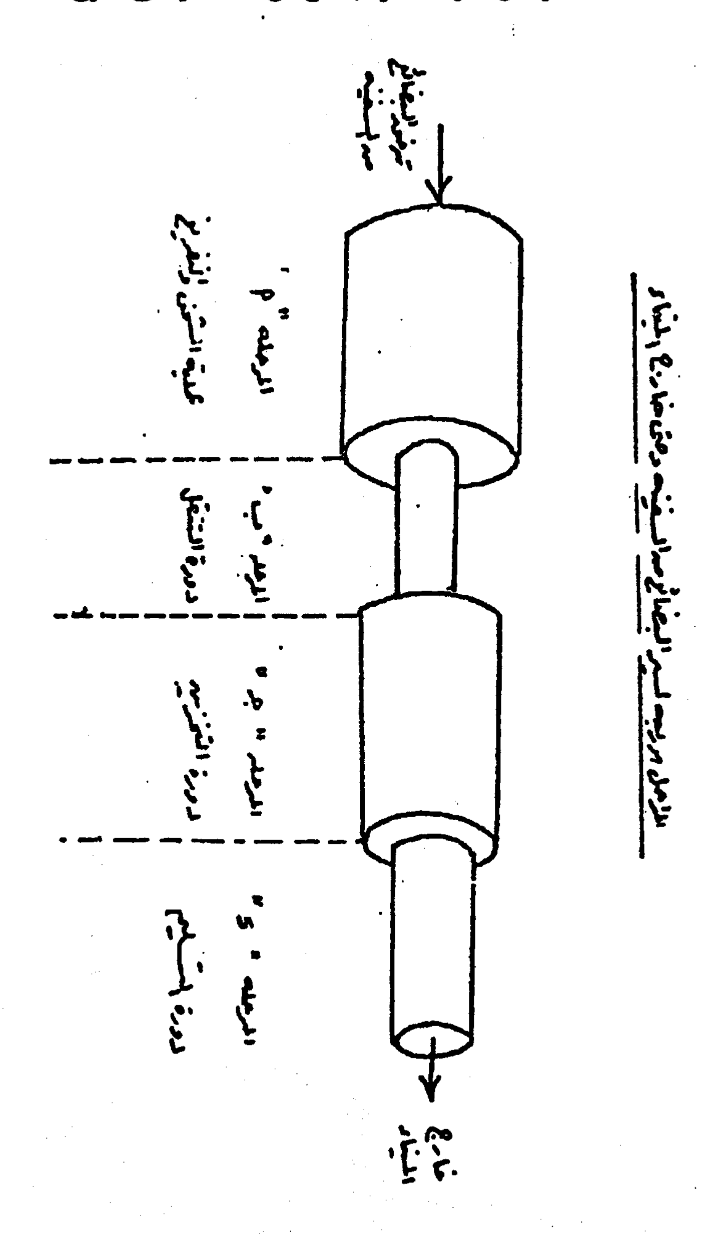
أ- الأسلوب الأساسي

إن مبدأ الأسلوب الأساسي يقوم على سير العمليات التي تتكون من أربع مراحل وهي: عمليات التفريغ، دورة النقل، عمليات التخزين، عمليات التسليم.

ويوضح لنا الشكل (٣١) إحدى طرق السير الممكنة لنقل البضائع المستوردة التي تمر عبر الرصيف من خلال المراحل الأربعة المذكورة أعلاه، وتمثل كل مرحلة من هذه المراحل طاقة محددة لتداول البضائع تختلف في حدها عن الأخرى، ويمكن تشبيه هذه الحالة بالسائل المتدفق عبر أنبوبة نصف قطرها متفاوت في أربعة أماكن بحيث تكون نسبة تدفق البضائع المتداولة عبر هذه المراحل مختلفة من حيث الكمية والزمن اللازم حتى إتمام عملية النقل بالكامل، وعلى هذا الأساس فإن معدل البضائع المتداولة عبر هذه المراحل

شكل (٣١)

المراحل الأربعة لسير البضائع من السفينة وحتى خارج الميناء



الأربعة سوف يعتمد بشكل أساسي على اقل مرحلة استيعاباً (المرحلة ب: دورة النقل) لمرور هذه البضائع، وبالتالي فإنها ستتحكم بمدى سير البضائع المتداولة من المرحلة الأولى حتى المرحلة الرابعة.

نستنتج من هذا بأنه ليس فى صالحنا إجراء أي محاولة لزيادة الطاقة العملية فى المرحلة التى تكون فيها نسبة الاستيعاب كبيرة (المرحلة أ: عمليات التفريغ)، بل باستطاعتنا تحسين طريقة سير البضائع فى المراحل الأربعة وذلك بزيادة طاقة الاستيعاب لأضيق مرحلة من هذه المراحل، والتى يمكن أن نطلق عليها عنق الزجاجة (الاختناق) Bottle Neck.

إن الإنتاجية الكلية للمراحل الأربعة سوف تتحسن بعد زيادة طاقة الاستيعاب للمرحلة الأكثر اختناقاً (المرحلة ب: دورة النقل) حتى تتساوى مع المرحلة الأقل اختناقاً (المرحلة د: عمليات التسليم)، وبعد ذلك فعلينا أن نستمر فى تحسين هاتين المرحلتين حتى تتساوى الطاقة الاستيعابية لكافة المراحل الأربعة.

إن الأسلوب الأساسى يدلنا على الكيفية التى نستطيع بها قياس الطاقات الممكنة Intrinsic Capacities لمختلف مراحل سير البضائع وتحديد أماكن الاختناقات وبالتالى القيام بمعالجتها ثم تقييم المنافع التى قد تشتق نتيجة لهذه المعالجة.

ومميزات هذه الأسلوب تكمن فى بساطته، ومع ذلك فباستطاعتنا إلقاء الضوء على طبيعة وأسباب هذه الاختناقات، وفى جميع الأحوال فإن هذه البساطة

تؤدى أحياناً للقول بأن لهذا الأسلوب حدود معينة إذ أن عملية تشغيل الرصيف هي عملية مركبة نظراً لأن معدل سرعة تفريغ السفينة غير ثابت، فهي تختلف باختلاف طبيعة البضاعة وكيفية تستيفها فى السفينة إلى غير ذلك من العوامل الأخرى، كما يوجد أيضاً احتمال لزيادة هذا المعدل إذا ما أريد الإسراع فى دوران السفن وذلك بتزويدها بعدد أكبر من جماعات العمال وتكليفها بالعمل لساعات إضافية ...إلخ.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن العوامل التى تؤثر على معدل سرعة تداول البضائع كالتقلبات العادية فى سرعة العمل والقدرة على تغييرها بصورة متعمدة بسبب الظروف الخارجية والتى لا يمكن اعتبارها ضمن نطاق الأسلوب الأساسى.

ب- أسلوب المحاكاة

هناك طريقة أخرى للتحليل أكثر تفصيلاً من الأولى وهي تعرف بأسلوب المحاكاة، وهو عبارة عن دراسة فروض معينة لعمليات مشابهة إلى حد ما لعمليات الميناء، وتتم هذه الدراسة بواسطة الكمبيوتر والآلات الحاسبة إذ أن هذا الأسلوب المتبع لا يحتاج فقط إلى تجميع المعلومات وإجراء تحليل دقيق للبيانات، بل يحتاج أيضاً إلى فهم القرارات المنطقية التى تصل إليها الإدارة والتى تؤثر على الطريقة التى تجرى فيها عمليات الميناء، ومن هذه القرارات على سبيل المثال وضع نظام لترتيب أسبقية إرساء السفن على الأرصفة والأحوال التي تستوجب العمل في الساعات الإضافية أو تشغيل جماعة عمل ثانية في أحد عنابر السفينة لتفريغ البضائع في الصنادل بغرض زيادة سرعة عمليات التفريغ...إلخ؛ وفى حالة إعداد نموذج للمحاكـــــاة في

ميناء ما، فإن ذلك يحتاج إلى اختيار دقيق قبل استخدامه كطريقة لتحليل عمليات الميناء، ويتم ذلك بمحاولة لإعادة تنفيذ عمليات الميناء خلال فترة زمنية سابقة ثم مقارنة نتائج هذه المحاكاة بالوقائع المعروفة (مثلاً زمن بقاء السفينة فى الميناء، مدى إشغال الرصيف، شكل تدفق البضائع عبر سقائف المرور ...إلخ)، وبمجرد إعداد هذا النموذج يكون باستطاعتنا إجراء تجارب عملية لمعرفة مدى التأثيرات التى تحدث نتيجة للتغيرات الطبيعية والعملية فى الميناء الحقيقى، فمثلاً إذا فرضنا أن هناك سقيفة مرور تسبب اختناقاً وتحول دون زيادة إنتاجية الرصيف، فإنه يمكن مقارنة إنتاجية السفينة بحجمها الحالى مع سفينة أخرى أكبر حجماً، فإذا كانت زيادة حجم السفينة فى النموذج تسمح بزيادة الإنتاج، فإن حجم السقيفة الحالى هو السبب فى تحديد الإنتاجية وهي تمثل عنق الزجاجة التى تسبب حدوث الاختناق.

وبصورة عامة فإن النتائج التى نحصل عليها باستخدام أسلوب المحاكاة تؤكد نفس النتائج التى نحصل عليها من جراء استخدام الأسلوب الأساسى المبسط، وعلى كل حال فإن المثال الذى أوردناه سابقاً وهو (تدفق البضائع خلال الأنبوبة) يوضح لنا فكرة الأسلوب الأساسى، فتجارب هذا الأسلوب تبين لنا أنه إذا كانت هناك حاجة مؤقتة لزيادة تدفق البضائع، فباستطاعتنا زيادة سعة وقدرة أي مرحلة من مراحل سير البضائع بدايةً من عملية التفريغ ولكن بتكاليف إضافية.

ويعتبر أسلوب المحاكاة أجدى فعالية من الأسلوب الأساسى، وقد تبرز لنا بعض العوامل من جراء تطوير واستخدام هذا الأسلوب وهي:

١. بعض التفاصيل المتعلقة بالميناء لها تأثير واضح عند الأداء، ولذلك فإنه لا يمكن استخدام نموذج عام للمحاكاة في مجموعة من الموانئ بدون مراعاة التطوير المناسب لكل حالة جديدة.

٢. إن للحركة في الميناء خواص متعددة لها تأثيرها الواضح على عملية الأداء، ومن الأهمية بما كان أن تكون هذه البيانات وهذه الخواص دقيقة للغاية وقريبة من الواقع إذ ليس هناك ثمة فائدة من اتباع أسلوب المحاكاة إذا لم يتحقق ذلك.

٣. لما كانت دقة المحاكاة تعتمد على تفاصيل دقيقة، فإن تطوير أسلوب المحاكاة يعتبر مهمة شاقة تتطلب مجهوداً ضخماً للغاية، والجدير بالذكر أن إنجاز وتطبيق أسلوب المحاكاة على عمليات ميناء ما قد استغرق من وقت المتخصصين حوالى خمس سنوات علاوة على ما بذله رجال الإدارة العليا في الموانئ من الأعمال الكتابية الضخمة وخاصة عند استخدام وتطبيق الكمبيوتر.

إلا أن هناك فائدة فرعية يمكن الحصول عليها من استخدام أسلوب المحاكاة لميناء معين، ألا وهي الفائدة التي تعود من البحث التحليلي المنطقي والذى يجب أن تخضع له جميع العمليات بغرض التنبؤ بنتائج التغييرات، وهذا التحليل يجب أن يوضح أهداف كافة العمليات والتجارب التي أجريت سواء الناجح منها أو غير الناجح، وفي أثناء هذه المرحلة تبدو لنا بعض المؤثرات على عملية التنفيذ، فمثلاً بعض السفن ليس باستطاعتها دائماً إكمال دورتها في الميناء بالسرعة التي ترجوها إدارة الميناء، فغالباً ما يتم ذلك في زمن أكثر مما يقدره الوكلاء الملاحيون بسبب الوقت الطويل الضائع الذى

تنفقه جماعات العمال والناتج عن مختلف الأنشطة التى تتم بجوار السفينة (الشحن، التفريغ، النقل) والتى يمكن حلها فوراً بواسطة شخص مسئول متواجد فى الموقع نفسه لاتخاذ القرارات الفورية المناسبة أثناء عملية الشحن والتفريغ والنقل.

وعلى كل حال فإن تطبيق أسلوب المحاكاة ليس سهلاً، والحاجة إلى البيانات والخبرة الفنية المطلوبة لإنجاز هذا الأسلوب تجعل منه أسلوباً صعباً ومعقداً للغاية وأيضاً بعيداً عن متناول الإداريين فى معظم الموانئ بالدول النامية.

٣- كيفية استخدام هذه الأساليب

على الرغم من أن استخدام هذه الأساليب محدوداً للغاية، إلا أن الأسلوب الأساسى يعتبر أكثر تطبيقاً من الناحية العملية إذ يحدد لنا أسباب التكدس وخاصة عندما تشتد حركة النقل، ولذا يمكن اعتباره أكثر واقعية لبساطته، ويقترح على رجال الإدارة فى الميناء تطبيقه على أوسع نطاق.

وكما سبق توضيحه فإن استخدام الأساليب المتطورة والمجربة فعلاً يحتاج إلى تحليل دقيق للبيانات، فالبيانات التى تجمع فى معظم الموانئ والتى تنقصها الدقة قد توفر بعض القواعد المناسبة، ولكنها قد لا تفى باحتياجات الموانئ من وجهة نظر التنمية كما أنها لا تؤكد لنا أيضاً استخدام رأس المال بكفاءة عالية.

إن الملاحظات السابقة لا يمكن تطبيقها بالكامل على الموانئ التى ثبت أنها لم تكن قادرة على تقديم بيانات كافية لإجراء تحليل تفصيلى عن العمليـــات

فى هذه الموانئ، فمثلاً لقد سجلت بعض البيانات فى بعض الموانئ وكانت موزعة على أشكال متعددة ينقصها التنسيق الجيد كالإحصائيات التى تتعلق بالإنتاجية والتى بنيت على بيانات لا يمكن الاعتماد عليها، أو تقديم إحصائيات ناقصة أو عدم تقديم أي بيانات هي فى الواقع ضرورية للغاية.

هذه الصعوبات توضح لنا العقبات الرئيسية التى تعترض دراستنا الخاصة بإنجاز العمليات وبيان كفاءة الميناء والتى يجب التغلب عليها، لهذا فإن من الضرورى أن يقوم فريق من الباحثين فى كل ميناء بجمع المعلومات على أساس سليم على افتراض أن الظروف السائدة فى الموانئ خلال فترة جمع هذه المعلومات هي واقعية بحيث يمكن تطبيق أو رفض هذا الافتراض إذا كانت هذه المعلومات قد تم جمعها منذ فترة طويلة.

ولا تعتبر الأساليب المتطورة بديلاً عن الإدارة الجيدة، بل ينبغى أن تكون هدفاً لتقدير جهود المديرين الأكفاء؛ وقد يشعر البعض أن الاهتمام بهذه الأساليب يبين لنا أهمية الهدف من التخطيط إذ يجعلنا أكثر إدراكاً لإدارة عمليات الميناء؛ وعلى كل حال فإن الخبرة فى تطبيق هذه الأساليب ستكون أداة ثمينة فى تدريب مديري المستقبل نظراً لأهمية العمليات التى تنجز فى كل مرحلة من مراحل سير العمليات على الرصيف بدايةً من عملية التفريغ.

وتعتبر زيادة إنتاجية الرصيف من أهم مشاكل عمليات الميناء لأن معظم الموانئ فى نمو وتطور مستمرين، وبالتالى فإن زيادة كفاءة الأرصفة العامة حالياً قد تكون بديلاً عن الحاجة إلى استثمار وإنشاء أرصفة جديدة؛ وفى الدول المتقدمة ظهرت الحاجة الماسة إلى توفير الأرصفة الخاصة بالبضائع

العامة نظراً للتقدم التكنولوجى الذى حدث فى عمليات تداول بضائع الصب والبضائع النمطية، وفى الحقيقة فقد أضبحت أكثر الأرصفة الحالية زائدة عن الحاجة، وهذا ما حدث فى الدول المتقدمة عام ١٩٦٠، وقد يتكرر حدوثه فى الدول النامية إذا ما استمرت نفس الاعتبارات.

جمع المعلومات The Data Collection

أ- المعلومات التى تدعو الحاجة إلى جمعها

عند دراسة حالة تخص ميناء ما، فإن عملية جمع المعلومات أو البيانات تتبلور فى أربعة مجالات رئيسية:

١- السفينة.

٢- البضائع المتداولة.

٣- العمليات.

٤- استخدام المناطق الاحتياطية (المخازن المسقوفة ومناطق التخزين).

بالنسبة للسفينة، فإن المعلومات الواجب جمعها فى الجدول رقم (٤-٢) والخاص بإحصائيات الموانئ والمبين فيه البيانات الخاصة عن حركة نقل البضائع، أما الجدول رقم (٤-١) والمسمى بـ"سجل السفينة" The Ship Log، فإنه يعتبر نموذجاً جيداً لجمع البيانات عن تحركات السفينة إذ تدون هذه البيانات الخاصة بسجل السفينة فى الغالب بمعرفة "قائد الميناء" Harbour Master أو من يماثله فى السلطة، أما الأعمدة الإضافية فى هذا السجل والخاصة بتسجيل حركة البضائع، فإنها تدون بمعرفة "مراقبى الأرصفة" Berth Superintendent، كم يقوم مراقبو الأرصفة أيضاً بمتابعة التسجيلات الخاصة بورديات العمل التى تشمل عادة بيانات عن البضائع

والعمليات الأخرى، ويمكن استخدام صيغ هذه الجداول بصفة مستمرة أو على أساس أنها عينة أو نموذج مؤقت، فكل ميناء يتولى بنفسه تقدير مدى أهمية هذه البيانات ومدى حاجته إليها بين حين وآخر.

ونجد أن الجدول رقم (٤-٣) يمثل سجل عمل الوردية المستخدم فى أحد الموانئ والخاص بعمليات التفريغ، وهو يطبق فى بعض الموانئ الأخرى مع بعض الفروق البسيطة التى تختلف من ميناء إلى آخر.

ومن الأفضل استيفاء مثل هذه السجلات بالنسبة لكل وردية على أن يتم إعداد هذه السجلات بصورة منفصلة لكل من عمليات الشحن أو عمليات التفريغ، أما البيانات الخاصة بنظم العمل فى المناطق الاحتياطية (المخازن المسقوفة ومناطق التخزين المكشوفة) فهي على جانب كبير من الأهمية إذ يجب دراسة تفاصيلها بأقصى قدر من التوسع، ويمكن استخدام بعض مصادر المعلومات من الجدول رقم (٤-٤) الذى يبين الأرقام اليومية لخروج ودخول البضاعة من وإلى مناطق التخزين ورصيد البضاعة المتبقية، كما يتم إعداد هذا الجدول واستيفاؤه من قبل المنطقة التخزينية، ومن دراسة عينة من هذا الجدول نستطيع أن نحصل على المعلومات الآتية:

١- ارتفاع رصات البضائع فى المخازن المسقوفة وفى مناطق التخزين المكشوفة بالنسبة لكل نوع من فراغات التخزين.

٢- مسافات تنقل البضائع Transfer Distance لدراسة كيفية سير العمل.

٣- البضائع غير المتجانسة Cargo Mix وخصوصاً فيما يتعلق بمعامل تستيف البضائع أي نسبة وزنها إلى حجمها والموجودة عادة بالمخازن المسقوفة ومناطق التخزين المكشوفة.

٤- فترة عبور أو بقاء البضائع بالمخازن المسقوفة وبمناطق التخزين المكشوفة بالنسبة لكل نوع من فراغات التخزين، ويجب ملاحظة هذه العمليات بدقة متناهية لنتمكن من تقييم العوامل الآتية:

٤-١) سرعة أجهزة التنقل.
٤-٢) التعطل Stoppage الذى يحدث لدورة التنقل.
٤-٣) عدد مرات دورة الونش Crane Cycle.
٤-٤) وزن مجموعات الشحنات المحمولة بالنقلة الواحدة.
٤-٥) الفراغات الضائعة Broken Storage فى المناطق الاحتياطية.
٤-٦) نظام رص البضائع وحجم الفراغات الضائعة المستخدمة كممرات لوسائل التنقل فى المخازن المسقوفة وفى مناطق التخزين المكشوفة.
٤-٧) كافة العوامل الأخرى التى لها أثرها الهام على العمليات التى تجرى على الرصيف مثل:

٤-٧-١) سوء حالة أرضية الرصيف ومدى تأثيرها على دورة التنقل.
٤-٧-٢) بعثرة رصات البضائع التى تزيد من خطر إعاقة التنقل فى داخل المخزن.

٤-٧-٣) حجم الشحنة وأثر ذلك على إمكانية التسليم المباشر Direct Delivery.

٤-٧-٤) طول السفينة وأثر ذلك على عمليات التراكى إلى جانب الأرصفة.

ب- فترة تجميع البيانات

من الصعب أن نضع قاعدة عامة لطول فترة تجميع البيانات أو للفترات المنتظمة لأخذ النماذج أو حجم هذه النماذج وذلك نظراً لاختلاف مهمة العمل من ميناء إلى آخر، كما أن ذلك يتوقف على عوامل مختلفة منها درجة الاختلاف فى التقديرات والتأثيرات الموسمية Seasonal Influences والتغييرات فى حجم البضائع المتداولة والعمليات الخاصة بهذا الشأن.

وبطبيعة الحال فإن كل ميناء له الحق فى اتخاذ القرار المناسب، ولكن ثمة قاعدة يجب أو توضع فى الاعتبار، وهي أن البيانات التى تم تجميعها يجب أن تمثل الشروط السائدة بالميناء خلال فترة التحليل أو خلال فترة التنبؤ إذا كان قد وضع تنبؤ مسبق لما سوف تجرى عليه الأمور فى الأرصفة.

وقد دلت التجارب أيضاً على أن حجم المعلومات اللازم تجميعها يتوقف على الأغراض التى سجلت من أجله، وبالتالى فمن الضرورى أن تجمع بصفة مستمرة الأرقام الخاصة بالقسم النموذجى Model Split، فى حين أن البيانات الخاصة بنظام رص البضائع فى المخازن المسقوفة يمكن الحصول عليها من عينة صغيرة تؤخذ مرة واحدة، ويمكن الاعتماد عليها واستخدامهـــا .

لمدة طويلة طالما أنه لم يلاحظ حدوث أي تغييرات فى الطريقة التى تدعو إلى إعادة النظر فيها.

ج- تصنيف البضائع Cargo Classification

لا معنى من حصولنا على معلومات وبيانات دقيقة عن كميات البضائع التى تمثل إنتاجية الأرصفة دون تحديد أنواعها وأصنافها المختلفة أو دون معرفة الوجهة التى سوف تسلكها هذه البضائع.

ولكن ثمة اختلاف واضح بين رصيف معين تتداول فيه سنوياً ٢٠٠,٠٠٠ طن من البضائع العامة غير المتجانسة والتى تحتاج بالتالى إلى وسائل للتخزين والتخليص الجمركى Customs Clearance ثم المرور بمخازن الترانزيت وبين رصيف آخر تتداول فيه مباشرة من السفن إلى عربات السكة الحديدية.

ونجد فى المواقع أن طبيعة البضائع غير المتجانسة والتى يتم تداولها فى الموانئ لها عدة مشاكل، فالبضائع المختلفة التى تنقل عادة على سفن متنوعة تتطلب العديد من التسهيلات القائمة فى الميناء مما ينتج عنه عدم تكافؤ فى الطلب على كل جزء من تجهيزات الأرصفة.

ولنتمكن من تحليل أداء العمل فى الميناء فإنه يتوجب علينا القيام بعملية تصنيف البضائع، إذ أن التصنيف فى هذا المجال يعتبر اقل من عدد البضائع المصنفة لأغراض التعريفة Tariff.

وفي الحقيقة هناك حاجة ماسة للتقليل من عدد هذه الأصناف لأن هناك العديد من عمليات التحليل التي تجرى على كل صنف من الأصناف المختلفة.

وبوجه عام، فإن فصل أي صنف من البضائع عن الأصناف الأخرى هو أمر ضروري لأي مجموعة من السلع المتماثلة والتي تجعلها مختلفة عن غيرها من البضائع الأخرى سواء كان ذلك يعود إلى كثافتها أو إلى طريقة تداولها Method of handing أو إلى الطريقة المناسبة لتنقلها عبر أجهزة الرصيف وأقسامه.

وعلى أي حال، فإنه من غير المستحسن فصل هذه البضائع المصنفة حتى إذا كانت لها مميزات خاصة ما لم تكن هذه البضائع تمثل قدراً مناسباً لا يقل عن ٢,٥٪ من إجمالي إنتاجية الأرصفة، وذلك لأن الكميات التي تقل عن هذا القدر ليس لها سوى تأثير ضئيل على الطاقة الإجمالية للأرصفة.

د- التقسيم النموذجي The Modal Split

تتدفق البضائع عبر الأرصفة من خلال طرق ووسائل نقل مختلفة، وتتحدد هذه الطرق بالنسبة لكل سلعة طبقاً لما يلي:

١. طبيعة البضائع.
٢. رغبة مستلم البضائع.
٣. أجهزة التشغيل المستخدمة على الرصيف.
٤. الطاقة الإنتاجية لأقسام العمل ومراحله.

وبالتالى فإن التقسيم النموذجى هو عبارة عن تجزئة لمجمل حمولات البضائع المتداولة على الرصيف على أساس طرق التنقل المستخدمة.

ويوفر التقسيم النموذجى لمدير الحركة فى الميناء الفرصة لمتابعة الطلب بدقة على كل طريق من طرق النقل ولكل قسم من أقسام الميناء نظراً لأن بيان التقسيم النموذجى المدون يعتبر أداة صالحة فى يد الإدارة للحصول منها على المعلومات والبيانات اللازمة لذلك، ويمكن اعتبار هذا البيان أيضاً وسيلة لمعرفة الطلب الشامل على كل الخدمات الخاصة بالواردات والصادرات، كما يمكن زيادة تفاصيله ليصبح وسيلة لمعرفة التقسيم النوعى لكل سلعة على وسائل النقل المستخدمة.

وهذا التقسيم يتطلب إجراء تحليل مفصل للبيانات التى تم جمعها طبقاً للجداول (٤-١) و(٤-٢) المشار إليهما سابقاً، ثم يجرى تفريغ هذه البيانات فى الجدول الخاص بالتقسيم النموذجى على أساس الأرقام الخاصة بحمولات البضائع أو حسب النسبة المئوية، وتعتبر المقارنات المستمرة لجداول التقسيم على مدى فترات متتابعة هي إحدى الطرق لتقدير الاحتياجات الكامنة على أدق وجه.

جدول (٤-١)

سجل السفينة

رقم السفينة	اسم السفينة	نوع السفينة*	حمولة السفينة**	تاريخ وساعة وصول السفينة	تاريخ وساعة إرساء السفينة	تاريخ وساعة إبحار السفينة	وزن البضائع المفرغة	وزن البضائع المشحونة	غاطس السفينة	اسم الميناء القادمة منه السفينة	اسم الميناء الذاهبة إليه السفينة	طول السفينة	اسم الشركة التى تدير السفينة

* يدل نوع السفينة على ما إذا كانت بضائع عامة، سفينة صب، ناقلة بترول، عبارة، ركاب، حاويات أو سفن دحرجة ...إلخ.

** يعبر عن حمولة السفينة بـ DWT، GRT، NRT أي الحمولة الصافية المسجلة أو الحمولة الكلية المسجلة أو المحمول الوزنى.

جدول (٤-٣)

البيانات الخاصة بطرق سير البضائع

رقم السفينة	اسم السفينة	البضائع المفرغة							البضائع المشحونة					
		بالصنادل	باللورى	بعربات السكة الحديد	بالمخازن	بالسقائف المكشوفة	بالمستودعات ذات الطابقين	بالمساحات الأخرى	بالصنادل	باللورى	بعربات السكة الحديد	بالسقائف المكشوفة	بالمستودعات ذات الطابقين	بالمساحات الأخرى

جدول (٤-٣)

جدول البيانات الخاص بحركة البضائع

التفريغ:

اسم السفينة .... رقم الرصيف .... تاريخ .... وردية رقم ....

ساعة عمل الوردية من .... إلى .... عدد البروت .... عدد ساعات الراحة ....

توزيع جماعة العمال البروت: على ظهر السفينة .... على جانب الرصيف ....

المعدات المستخدمة .... روافع الرصيف .... أوناش .... شوكات رافعة متحركة .... عربات مقطورة .... عربات قاطرة ....

الزمن الضائع من .... إلى .... رقم البرت .... السبب ....

حمولة البضائع المفرغة إلى: ....

نوعية السلعة	ساحات	مخازن مكشوفة	ساحات تخزين لمدة قصيرة	طريق البر	السكة الحديد	الصنادل	المجموع
-١							
-٢							
-٣							
-٤							
-٥							
المجموع الكلى							

جدول (٤-٤)

البيانات الخاصة بدخول وخروج البضائع من وإلى مناطق التخزين

التاريخ	الحمولة الكلية للبضائع المخزنة عند بدء اليوم	البضائع الداخلة إلى المخازن عن طريق					البضائع الخارجة من المخازن عن طريق					الحمولة الكلية للبضائع المخزنة عند انتهاء اليوم
		الصنادل	اللورى	السكة الحديد	وسائل أخرى	مجموع	الصنادل	اللورى	السكة الحديد	وسائل أخرى	مجموع	

إنتاجية الرصيف

لماذا لا تكون إنتاجية الرصيف ٣٦٠,٠٠٠ طن فى السنة؟

إذا كانت الأرصفة مشغولة بالسفن بصورة دائمة وكانت هذه السفن تعمل باستمرار، فإن الإنتاجية السنوية للرصيف المخصص للبضائع العامة سوف يصبح هائلاً، وعندما يضع مديرو العمليات فى الموانئ رقماً معيناً لهم ولنفرض ٢٠,٠٠٠ طن رصيف/سنة كهدف لهم نتيجة لكثافة النقل الضخمة، فإنه ينبغي عليهم أن يدركوا أن هذا الهدف يعتبر أقل بكثير مما فى إمكانهم تحقيقه من الناحية النظرية، وهذا معناه أنهم قد تقبلوا هذه الإنتاجية نتيجة لمشاكل التشغيل التى أدت إلى ذلك، ولكن إذن ما هي الإنتاجية المعقولة نظرياً؟

فى المثال التالى نفرض أن عدد أيام السنة هي ٣٦٥ يوم وأن هناك فاقد من الأيام يبلغ حوالى ١٠ أيام للأجازات الغامة، ١٥ يوم صيانة إجبارية للرصيف، وأن إشغال الرصيف خلال الـ ٣٤٠ يوم المتبقية لا تمثل نسبة ١٠٠٪ إذا أردنا أن نتجنب حدوث صف طويل من انتظار السفن، وعلى هذا الأساس فإنه باستطاعتنا افتراض أن الرصيف يشغل لمدة ٢٧٥ يوم فقط أي حوالى ٨٠٪ من الأيام المتبقية على أن يخصم منها ٢٥ يوم من هذه النسبة بدون عمل فعلي، أي أن الأيام المتبقية الصافية للعمل هي ٢٥٠ يوم، ولنفرض ايضاً أن ساعات العمل الفعلية هي ١٨ ساعة يومياً بعد خصم الأوقات الضائعة فى فترات الراحة وتبديل الورديات مهما كان نظام عمل الورديات.

فإذا قدر أن العمل يحتاج إلى (٤) رافعات ونش فقط وذلك بسبب سوء تستيف البضاعة داخل عنابر السفينة وأن الرافعة تحمل طن واحد فى كل رفعة على الرغم من أن استطاعة الرفع هي (٣) طن أو أكثر وأن عدد الدورات للخطاف

الواحد هي ٢٠ دورة/ساعة وذلك على فرض أن الطاقة الممكنة لدورة الخطاف (إنزال الخطاف، شكه، رفعه، تحويله باتجاه الرصيف، إنزاله ثم رفعه بعد تفريغ البضاعة) هي (٣) دقائق تقريباً، إذن نتيجة لهذه التقديرات المعقولة فإن الإنتاجية السنوية للرصيف ستبلغ كالآتي:

٢٥٠ × ١٨ × ٤ × ٢٠ = ٣٦٠,٠٠٠ طن

بهذه الإنتاجية لابد أن نتساءل، لماذا إذن تنخفض الإنتاجية في أرصفة البضائع العامة عن هذا المقدار؟ باستطاعتنا القول بأنه لابد أن تكون هناك مصاعب تؤثر على مجرى سير عمليات التشغيل في هذه الأرصفة، ولهذا فإن من حق مديري الموانئ معرفة اي جزء من أجزاء العمليات التي تتم على الرصيف هو الذي يعطل سير العمل ويخفض من مستوى الإنتاج، ولذا فلابد لنا من الاطلاع على ما يجرى على الرصيف وتحليل سير هذه العمليات.

أ- نظام الرصيف

تحتوي بعض الموانئ على أرصفة متميزة فيما بينها، إذ يسمح كل رصيف من هذه الأرصفة بسير العمليات لسفينة واحدة فقط، بينما نجد في الموانئ الأخرى أن سير هذه العمليات تتداخل تداخلاً كبيراً على مجموعة من الأرصفة، فنجد أن طول الرصيف يسمح بسير العمليات لأكثر من سفينة وذلك حسب طول وطاقة الرصيف، ومهما كانت حالة التشغيل في الموانئ، فإننا نستطيع القول بأنه ليس هناك ما يسمى برصيف خاص لتشغيل سفينة تتم فيه عمليات النقل مباشرة إلى المستهلك، بل أن هناك مناطق في الميناء تجرى فيها عمليات تداول البضائع بين السفن ووسائل النقل البرية بصورة مستقلة عن المناطق الأخرى والتي تكون بعيدة عن ساحة العمليات.

ويمكن أن نطلق على سير العمليات فى كل منطقة من هذه المناطق بـ"نظام الرصيف".

ونظراً لأن نظام الرصيف ليس وحدة متجانسة Homogeneous، بل تتكون من أجزاء متعددة ومتداخلة فيما بينها، فإن الشكل (؟؟؟) كما ورد سابقاً يوضح لنا هذه الأجزاء التى تمثل مراحل سير البضائع ابتداءاً من عملية التفريغ وحتى وصولها إلى المستهلك.

وفى بعض الموانئ يكون استخدام هذه الأجزاء محدوداً بحيث يؤدى كل جزء أو مرحلة من سير البضائع إلى نقل جزء من مجموع الحركة المطلوبة لوسائل النقل المتيسرة.

ومن المسلم به أن جميع البضائع تمر من خلال نظام يسمى بنظام تداول البضائع Cargo Handling System الذى يشمل تفريغ وشحن البضائع من وإلى السفينة، وهذا الجزء فى الواقع هو الجزء الجوهرى من اتلنظام الكامل للرصيف.

وإذا كانت هناك أجزاء أخرى من نظام الرصيف قدرتها اقل مما هو مطلوب منها بواسطة عمليات السفينة، فإن ذلك يؤدى إلى تعطيل عمليات تشغيل السفينة وبالتالى إلى تحديد قدرة وكفاءة الرصيف بالكامل.

وتسلك البضائع الواردة بمجرد تفريغها من السفينة إحدى هذه الطرق الثلاثة الآتية (شكل ٣٢):

شكل (٣٢)

الأنظمة المتبعة فى سير العمليات على الرصيف

الطريقة غير المباشرة
نظام النقل
مخازن
ساحات مكشوفة
نظام التسليم
نظام جسر السفينة
نظام تداول بضائع السفينة
الطريقة نصف المباشرة
نظام النصف المباشر
الطريقة المباشرة
النقل مباشرة الى السكة الحديد
النقل مباشرة الى اللوري (العربات)
النقل مباشرة الى الصنادل
نظام السكة الحديد
نظام الطرق البرية (لوري)
نظام الصنادل

١- الطريق غير المباشر **Indirect Route**

تنقل البضائع عبر هذا الطريق بواسطة نظام التنقل (Transfer System) إلى سقائف المرور (Transit Sheds) ثم تخزن أو تنقل إلى مناطق التخزين المفتوحة (Open Storage Area) حيث تسلم بعد ذلك إلى وسائل النقل البرى (طرق برية، لورى أو سكة حديد).

٢- الطريق نصف المباشر **Semi-Direct Route**

يستخدم هذا الطريق عند إنزال البضائع على ساحة الرصيف ووضعها إما فى عربات النقل أو عربات السكة الحديدية أو فى الصنادل من جهة البحر وذلك بصورة مؤقتة نظراً لعدم توفر قدرة وسائل النقل البرى للتعامل معها ونقلها مباشرة إلى أماكن التوزيع المطلوبة، ويجب ألا تزيد فترة بقاء هذه البضائع فى ساحة الرصيف عن ٢٤ ساعة.

٣- الطريق المباشر **Direct Route**

عند اتباع هذا الطريق، فإن تفريغ البضائع يتم بصورة مباشرة إلى السكة الحديد أو عربات النقل أو الصنادل، ولهذا الطريق أهمية فى سير العمليات على الأرصفة ولكنه فى الغالب قد لا يخضع لرقابة إدارة الميناء من الناحية الإحصائية، إذ من الصعب تقدير طاقة هذا الطريق، إلا أنه ينبغى بذل المحاولات من جانب الميناء لحصرها إذا تبين أنها تؤثر مباشرة على قدرة الأرصفة عموماً.

ولكي نصل إلى درجة الكمال فينبغى على جميع أجزاء نظام الرصيف أن تتسابق فى تلبية الواجبات الملقاة على عاتقها بانفراد، وهذا بالطبع يتم ساعة

بساعة ويوماً بيوم أو أسبوعاً باسبوع وذلك طبقاً للتنظيم المتبع والجارى فى كل جزء من أجزاء النظام.

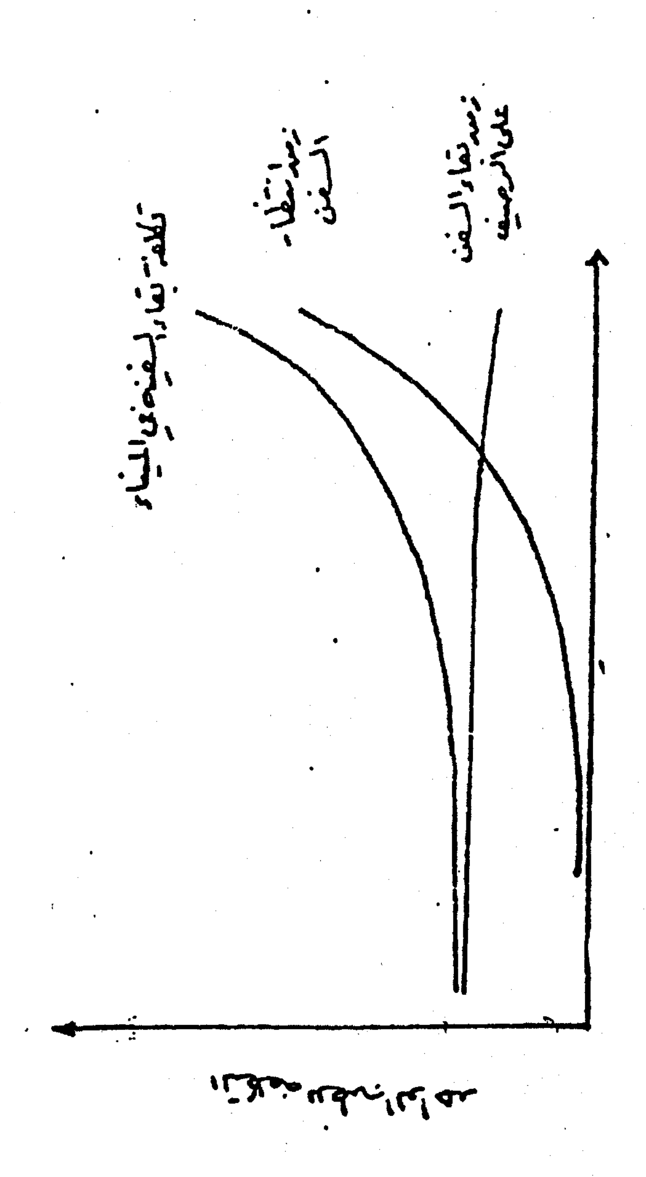
وعلى سبيل المثال:
إن طرق التنقل وطرق التسليم المباشر يجب أن تصبحا قادرتين على متابعة عمليات تداول البضائع من السفينة ساعة بساعة وذلك على افتراض أن خطاف الرافعة لن يتوقف عن العمل أو أن البضائع سوف لن تترك أكواماً على الرصيف.

وقد يوفر لنا الطريق نصف المباشر فترة قصيرة ما بين التفريغ والتسليم نظراً لأن ساحة الرصيف محدودة، ولكن ينبغي أن ندرك أنه ليس من الحكمة ترك البضائع على ساحة الرصيف أكثر من ٢٤ ساعة لأن هذه المساحة فى الواقع تمثل منطقة عمل بالغة الأهمية وهي غير مخصصة لتخزين البضائع أكثر من المدة المحددة.

وتختلف السقائف والساحات المكشوفة عن منطقة الرصيف حيث أن الحاجة تقضى بتداول البضائع بمعدل مرتفع مما يحقق التزايد فى الطلب، ويعتبر بقاء البضاعة فى هذه السقائف لمدة أسبوع أو أكثر فترة زمنية نموذجية، على أن معدل الطلب Demand على اي جزء من النظام قد يكون براقاً لأن الاختناقات السابقة المتشكلة فى جزء من النظام هي التى تسببت فى تحويل البضائع من هذا الجزء إلى أجزاء أخرى، فمثلاً قد يتم تفريغ نوع معين من البضائع إلى صنادل Lighters ثم تنقل إلى أرصفة الصنادل للتخزين فى السقائف المعدة لذلك، وقد يكون هذا التصرف بسبب التكدس السابـــق فى

شكل (٣٤)

اختلاف تكاليف بقاء السفينة في الميناء حجم الحركة



السقائف المعدة للبضائع المفرغة على الأرصفة المقامة إلى جانب الأرصفة العميقة أو لأسباب قديمة ترجع إلى تكدس سابق قبل إنشاء هذه الأرصفة، ولما كان تداول البضاعة المزدوج Double Handling من جانب السفينة إلى الصنادل باهظ التكاليف، فإنه من المستحسن عند زيادة الطلب على حركة البضائع، القيام بالتنسيق والضبط اللازمين لوصول هذه البضائع إلى كل جزء من أجزاء نظام الرصيف في الوقت المناسب.

ب- الطاقة الممكنة والانخفاض

إذا كان كل جزء من أجزاء نظام الرصيف يعمل بدون أي عوائق وكان معدل فترة الوردية قد بلغ حده الأقصى بشكل منتظم وبصورة مستمرة، فإننا نكون قد حققنا أكبر طكاقة لنظام الرصيف، ويطلق على هذه الطاقة "الطاقة الكامنة Intrinsic Capacity" (شكل٣٣)، ويمثل هذا المقياس دوراً رئيسياً في تحليل الطريقة الأساسية، أما إذا كان الأداء الفعلي منخفضاً عن الطاقة الممكنة، فإن الفارق بينهما يسمى ب "الانخفاض Slack" (شكل ٣٣).

إن جوهر الطريقة الأساسية هو في حصر الانخفاض واكتشاف أسبابه التي تعود إلى الآتي:

١. عدم توفر الإمكانيات لاستمرار العمل عند زيادة الطلب.
٢. وجود مشاكل ناتجة عن تشابك بعض أجزاء النظام مع بعضها البعض، ومن الأهمية بمكان معرفة بأي قسم أو جزء من الأجزاء بالنظام تحدث فيه هذه الآثار.

ويجب أن يحسب الانخفاض على أساس المعدل الوسطى بحيث لا يمكن اعتبار رفع هذا المعدل إلى درجة يصل فيها الأداء الفعلي إلى مستوى الطاقة الممكنة أمراً معقولاً.

وفى الحقيقة لا يمكننا وضع قواعد ثابتة للتحكم فى درجة الانخفاض لمجابهة فترة الذروة فى الحركة حيث يتوقف هذا على درجة الاختلاف فى الطلب، إذ أن النتائج المستخلصة من طريقة المحاكاة تعتبر دليلاً مفيداً لنا لأن هذه النتائج سوف تأتى من تحليل حالات معينة ينبغى استخدامها بكل عناية وحذر إذ أن أي زيادة فى معدل الإنتاجية تفوق المستوى المعين أثناء زيادة ذروة الطالب على الرصيف تسبب خللاً يمكن معالجته بإحدى الطرق الثلاثة الآتية:

١. إطالة فترة انتظار السفن والبضائع.
٢. إتباع طرق عمليات الشحن والتفريغ الأكثر تكلفة (مثلاً تفريغ السفن على الصنادل من جانب البحر أو استخدام مخازن بعيدة).
٣. استخدام الأساليب والموارد المكلفة مثل استخدام رصيف غير مناسب أو زيادة الوقت الإضافى فى عملية السحب من المخازن والساحات.

ومن الطبيعى أن الطاقة الممكنة ليست هي الطاقة القصوى المطلقة ولكنها هي العمل بالمعدل الطبيعى السائد بدون أي عوائق، ومن الواضح أن باستطاعتنا زيادة وتحسين معدل العمل نفسه، وهذه التحسينات ستؤدى بالتالى إلى رفع الطاقة الممكنة والإقلال من النفقات والتكاليف، ولكن ذلك لن يزيد فى إنتاجية الرصيف ما لم يكن هناك اختناق عند إحدى النقط.

وقد يكون من المفيد عند نقطة معينة خلال فترة زيادة الطلب على جزء من أجزاء نظام الرصيف زيادة الطاقة الممكنة لهذا الجزء وذلك على أسس ثابتة بحيث يمكن توضيح هذه الزيادة بالشكل (٣٦) الذى يفسر العلاقة ما بين الطاقة الممكنة والانخفاض والأداء الفعلى.

م- تحسين طاقة نظام الرصيف

يمكن زيادة الإنتاجية بمجرد تحديد الاختناقات وذلك برفع طاقة تشغيل الرصيف باتباع إحدى الطريقتين الآتيتين:

١. إجراء تحسينات فى طرق عمليات التشغيل.
٢. توظيف استثمارات إضافية بإدخال تسهيلات جديدة كشراء معدات أو استخدام أساليب إضافية.

ويمكن اتباع إحدى هاتين الطريقتين إذا كان سبب تكدس البضائع بالسقائف هو الذى يحد من تشغيل الرصيف، وفى هذه الحالة يمكن اللجوء إلى إحدى هاتين الطريقتين:

١. زيادة طاقة سقائف المرور (Transit Shed).
٢. تقليل الزمن اللازم لانتظار ومكوث البضائع فى هذه السقائف.

فيما يختص بتنفيذ الطريقة رقم (١) فهناك طريقة ولكنها ليست بالطبع الطريقة الوحيدة وهي بناء سقائف إضافية أو سقائف كبيرة، ويتوقف هذا على القرار الذى ستتخذه الإدارة بعد الدراسة المستفيضة وإمكانية توفر الاعتمادات اللازمة لإنشاء مثل هذه السقائف.

أما فيما يخص تنفيذ الطريقة رقم (٢)، فإنه يتطلب اتخاذ إجراءات إدارية من جانب الجمارك وترشيد الدورة المستندية للبضائع والإسراع بعملية التفتيش ثم إخطار المستلمين بوجوب التقدم لاستلام بضائعهم الجاهزة للتسليم علاوة على تبسيط الإجراءات الخاصة بدفع رسوم الميناء ...إلخ، أو ربما يتطلب الأمر من إدارة الميناء اتخاذ بعض القرارات الخاصة بزيادة رسوم تخزين البضائع في السقائف مما يكلف أصحابها مصاريف تفوق المصاريف المعقولة في حالة تخزينها لمدة طويلة حيث يضطر أصحاب هذه البضائع لسحبها مباشرة وتقليل المدة اللازمة للانتظار إلى الحد الأدنى، وفي هذه الحالة يجب إنشاء مخازن وسقائف خارج منطقة الميناء تكون فيها رسوم التخزين أقل من رسوم التخزين في منطقة الميناء بحيث يكون هذا حافزاً للمستوردين لنقل بضائعهم من مخازن الميناء إلى هذه المخازن.

وفي الواقع فإن استمرار زيادة عمليات الأداء الفعلية في الأرصفة لا سيما عندما تتضمن تغييراً في طرق التشغيل واستخدام المعدات، قد تلقى معارضة من قبل العمال ومجهزى السفن أو من منتفعى الميناء للحيلولة دون تنفيذ هذه التغيرات، على أنه من الأهمية بما كان أن تتأكد الإدارة بأن الفوائد التي ستجنيها يجب أن تبرر المصاعب التي ستثار من جراء هذا التغيير قبل القيام بأي تغيير في طرق التشغيل.

وبالطبع فإن هذه الفائدة قد تؤدى إلى ربح مادى مباشر يعود بالفائدة على سلطات الميناء، فمثلاً إذا كان الرصيف يتداول ٢٠٠,٠٠٠ طن سنوياً ويتقاضى ٦ دولار عن كل طن (٣ دولار تكلفة ثابتة للرصيف و٣ دولار تكلفة متغيرة

لمجموعة العمال)، فإذا زادت نسبة التشغيل ١٠٪ أي ٢٢٠,٠٠٠ طن فهذا معناه أن أجرة تداول الطن تنخفض من ٦ دولار إلى ٥,٧ دولار.

فإذا فرضنا أن أجرة نقل الطن لم تتغير، فإن العائد الفائض للميناء سيبلغ ١٢٠,٠٠٠ دولار، بينما التكاليف الزائدة هي ٦٠,٠٠٠ دولار فقط أي أن الربح الصافى سيبلغ ٦٠,٠٠٠ دولار سنوياً.

إن الفوائد الناجمة عن هذا التغير قد تعود أيضاً على المنتفعين بالميناء، ويظهر ذلك بوضوح عندما يتم دوران السفينة والبضائع فى الميناء بسرعة ملحوظة، ولذا فإن إدارة الميناء يكون لديها الفرصة للمشاركة فى هذه الفائدة من خلال سياسة التسعير التى تقررها على ضوء المصلحة القومية.

إشغال الرصيف وزمن دورة السفينة بالميناء

Berth Occupancy and Ship's Turn Round Time

مقدمة:

إذا كان وصول السفن إلى الموانئ يتم بشكل نظامى وكانت عمليات شحن وتفريغ هذه السفن ثابتة، لأمكن لنا بسهولة معرفة طاقة الرصيف التى تتضمن استغلاله بشكل تام وانعدام انتظار هذه السفن خارج الميناء.

ولكن لسوء الحظ فإن مثل هذا الموقف بات نظرياً ولا يمكن تطبيقه من الناحية العملية، إذ أن وصول السفن إلى الموانئ عادة ما يتم بطريقة عشوائية ليس بالنسبة للسفن الجوالة فحسب بل بالنسبة للسفن الخطية أيضاً، كما أن الزمن اللازم لعمليات شحن وتفريغ هذه السفن تختلف من سفينة لأخرى ليس

فقط نتيجة لاختلاف كميات وأنواع البضائع المتداولة بل إلى العديد من العوامل التى تساهم فى التأثير على معدل هذه البضائع.

إن أثر هذه العوامل على معدل وصول السفينة المتغير من ناحية والزمن المتفاوت اللازم للشحن وتفريغ السفينة من ناحية أخرى يعنى أنه باستطاعتنا أن نضمن إشغال الرصيف بنسبة ١٠٠٪ وذلك على حساب استمرار تدفق السفن إلى الميناء وتكوين صف من الانتظار، لكننا نستطيع بالمقابل أن نضمن عدم تكوين هذا الصف إلا أن ذلك سيكون على حساب انخفاض معدل إشغال الرصيف.

وفى الواقع فإننا نرى أن كلا الحالتين غير مقبولة لدينا، ومهمتنا فى هذا المجال هو إيجاد تسوية معقولة بين إشغال الرصيف بنسبة ١٠٠٪ وبين انخفاض هذا المعدل، ولإيجاد مثل هذه التسوية يجب علينا استعراض الآتى:

أولاً: تكاليف الميناء

تكاليف الميناء مقسمة إلى قسمين:

١. تكاليف ثابتة وهي التى لا تعتمد على إنتاجية الرصيف بالأطنان وتشمل تكاليف رأس المال للأرصفة، سقائف العبور، ساحات التخزين، الروافع والمعدات المستخدمة ...إلخ.

٢. تكاليف متغيرة وهي التى تعتمد على إنتاجية الرصيف بالأطنان وتشمل تكاليف العمالة والموظفين الإداريين والفنيين وتكاليف الوقود المستهلك إلى جانب الصيانة ...إلخ.

ومن استعراض التكاليف السابق يتضح لنا أنه كلما زادت كمية الأطنان المتداولة للرصيف، فإن التكاليف الثابتة للطن تتناقص، ولكن من المرجح أن التكاليف المتغيرة للطن الواحد تظل مستقرة حتى يصبح لدى الرصيف الإمكانية لقبول كميات عالية من الأطنان، عندئذ فإن التكاليف المتغيرة للطن الواحد سوف تتجه إلى الارتفاع نتيجة للعمل الإضافي واستخدام الأساليب الأكثر تكلفة مما يؤدى إلى زيادة معدل تداول البضائع كالتفريغ الجانبي على جانبي السفينة من جهة البحر ومن جهة الرصيف أو زيادة عدد مجموعات العمال (البروت) أو التفريغ على الصنادل ...إلخ.

ونلاحظ هنا أن منحنى تكلفة الميناء يصل إلى القيمة الدنيا عندما يكون انخفاض معدل التكاليف للطن الواحد مساوياً لزيادة معدل التكاليف المتغيرة للطن الواحد وذلك عند النقطة (أ) (شكل٣٥).

ثانياً: تكاليف بقاء السفينة فى الميناء

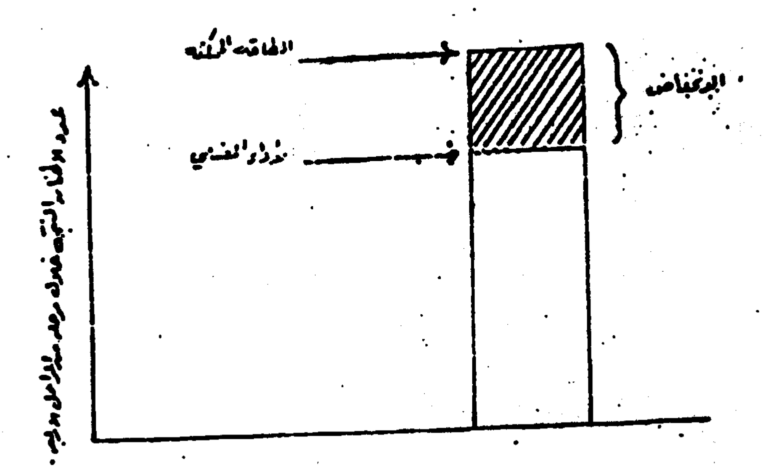
تكاليف بقاء السفينة فى الميناء مقسمة إلى قسمين:

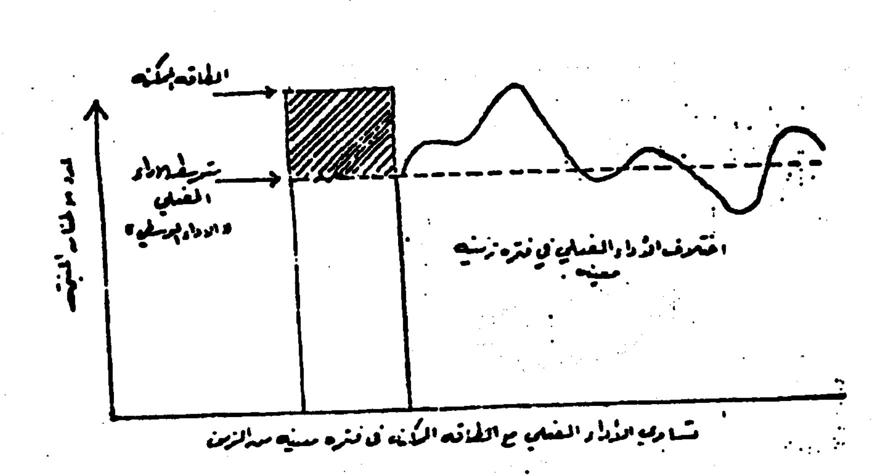
1. تكاليف المدة الزمنية التى تستغرقها السفينة على الرصيف والتى تشمل أيضاً الزمن اللازم لعمليات الدخول والخروج إلى ومن الرصيف.
2. تكاليف المدة الزمنية التى تستغرقها السفينة خارج الميناء بانتظار دخولها إلى الرصيف.

وعند زيادة حجم الحركة فى الميناء فإنه يصبح من الواجب علينا رفع الإنتاجية التى ينتج عنها:

شكل (٣٣)

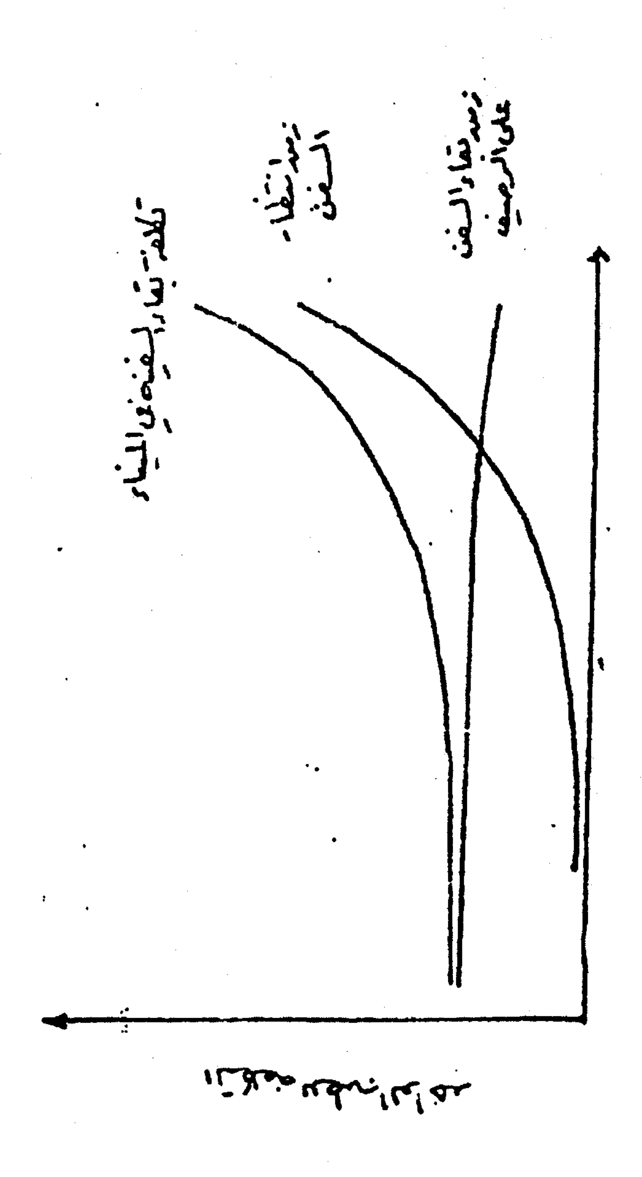
العلاقة بين الطاقة الممكنه والأداء الفعلى والإنخفاض





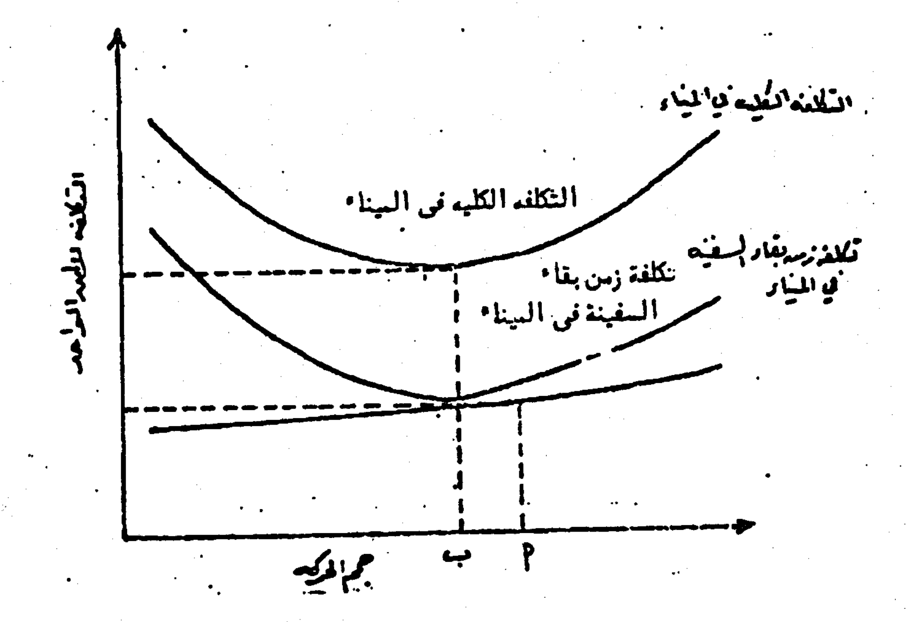
شكل (٣٥)

- إختلاف تكاليف بقاء السفينة فى الميناء بزيادة حجم الحركه



شكل (٣٦)

إختلاف التكلفة الكلية فى الميناء بزيادة حجم الحركه



١. إنخفاض المدة الزمنية التى تستغرقها السفينة على الرصيف وذلك بزيادة العمل المكثف كاعتماد الساعات الإضافية أو التفريغ من على جانبي السفينة ...إلخ، وهذا ينتج عنه زيادة المدة الزمنية اللازمة لاستغراق السفينة خارج المدينة نظراً لارتفاع معدل إشغال الرصيف الناتج عن زيادة الحركة في الميناء.

٢. إن ارتفاع معدل إشغال الرصيف في الميناء ينتج عنه زيادة كبيرة في مدة انتظار السفن خارج الميناء، ويمكن توضيح هذين الثرين بالشكل البيانى (شكل ٣٤).

ولكي نفهم مدى العلاقة بين إنتاجية الرصيف والتكاليف الكلية المترتبة فى الميناء، فإنه من الضرورى إضافة تكاليف الميناء إلى التكاليف الكلية المترتبة على زمن بقاء السفينة فى الميناء.

ويلاحظ أن لهذه التكلفة الكلية للطن الواحد في الميناء حد أدنى عند النقطة (ب)، وهي تعتبر أفضل تكلفة كلية يمكن الحصول عليها لأن هذه النقطة تمثل أكبر تكلفة لزمن بقاء السفينة في الميناء، ولكنها في الواقع ليست اقل تكلفة للميناء كما هو الحال عند النقطة (أ) كما هو موضح في الشكل (٣٦).

لذا فإن على سلطات الميناء اتباع الحذر في هذه الناحية الحساسة وعدم البحث عن اقل تكلفة للميناء إذ أن ذلك سيكون على حساب ملاك السفن المنتظرة خارج الميناء نتيجة لتكوين صف طويل من انتظار السفن مما يترتب

عليه فرض أسعار نولون مرتفعة من قبل الخطوط الملاحية لهذا الميناء والذى تنعكس آثاره على الاقتصاد القومى للدولة.

ويمكن الوصول إلى اقل تكلفة كلية للميناء عندما يتم تحديد العلاقة بين إشغال الرصيف وبين زمن لانتظار السفن خارج الميناء، وهذه العلاقة غاية فى التعقيد وتحتاج إلى الاستعانة بالأسلوب الرياضى الذى يعرف بنظرية الصفوف Queuing Theory وهي عبارة عن تحليل دقيق لأشكال وصول السفن إلى الميناء وزمن الشحن والتفريغ اللازمين، وبهذا السلوب يمكننا حساب العلاقة بين عدد الأرصفة اللازمة ومعدل إشغال الرصيف والزمن المتوقع لانتظار السفن خارج الميناء.

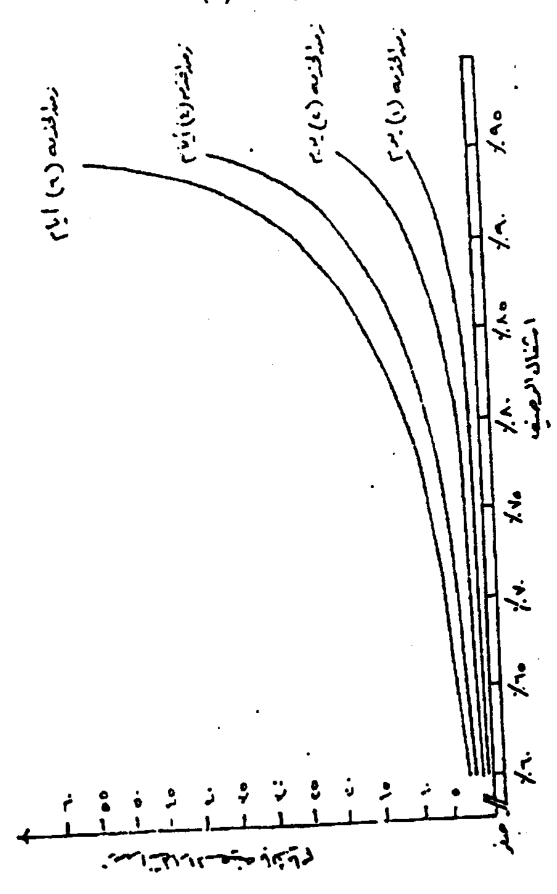
وعند الاطلاع على نتائج التحليل المستخدم فى نظرية الصفوف ودراسة الأشكال البيانية (، ، و) يتبين لنا أن تطبيق هذه النظرية بالمقارنة مع الأوضاع التى تم الحصول عليها فى الماونئ تميل إلى المغالاة فى تقدير زمن انتظار السفن خارج الميناء، ويلاحظ هذا بصورة خاصة عند ارتفاع نسبة إشغال الرصيف ويرجع السبب فى ذلك أن الميناء لديها العديد من الطرق للتغلب على فترات ذروة الطلب بقصد تجنب حدوث صف طويل من انتظار السفن خارج الميناء وذلك باتباع الأساليب الآتية:

١. زيادة طاقة الرسوم بصورة مؤقتة كإرساء سفينة على جانب سفينة أخرى رأسية على الرصيف.
٢. زيادة طاقة معدل تداول البضائع بصورة مؤقتة وذلك بزيادة مجموعة العمال (البروت) مع استخدام العمل الإضافى أو بزيادة عدد (البروت).

شكل (٣٧)

العلاقة بين اشغال الرصيف وزمن انتظار السفن

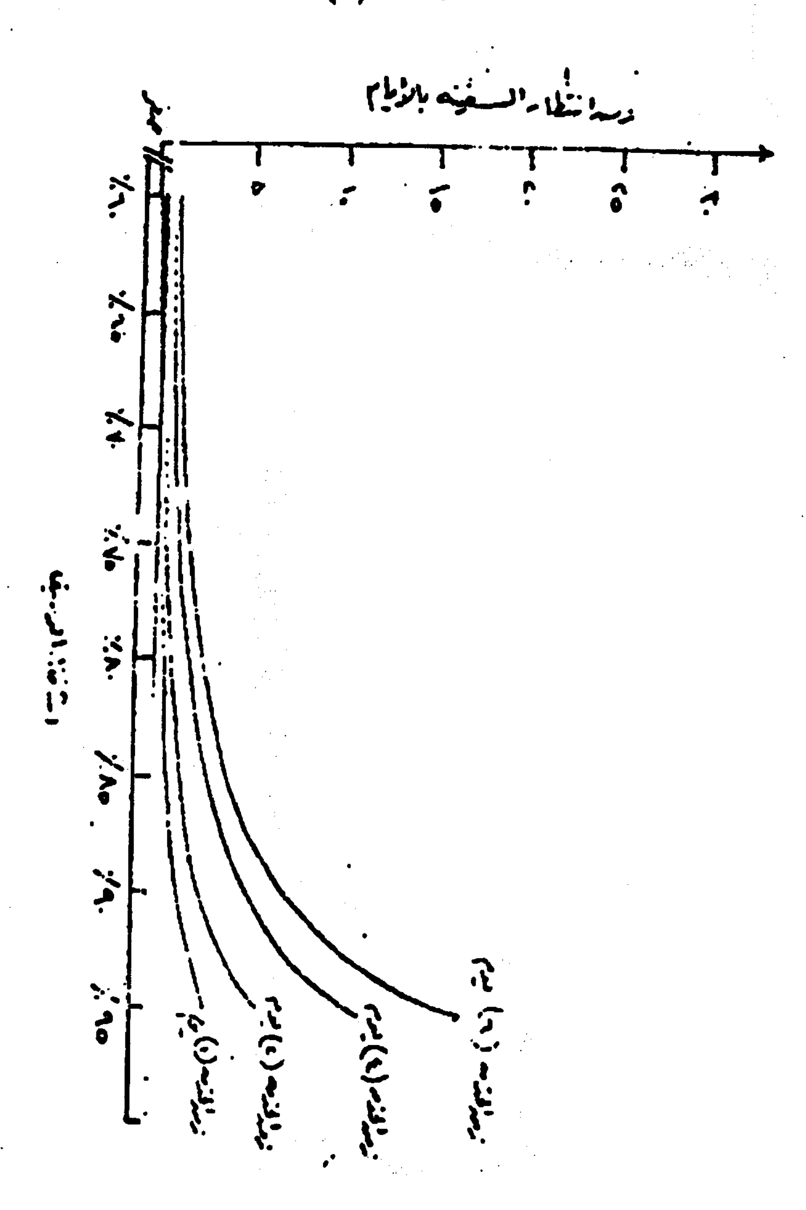
عدد الأرصفة (٢)



شكل (٣٨)

العلاقة بين اشغال الرصيف وزمن انتظار السفن

عدد الأرصفه (٦)

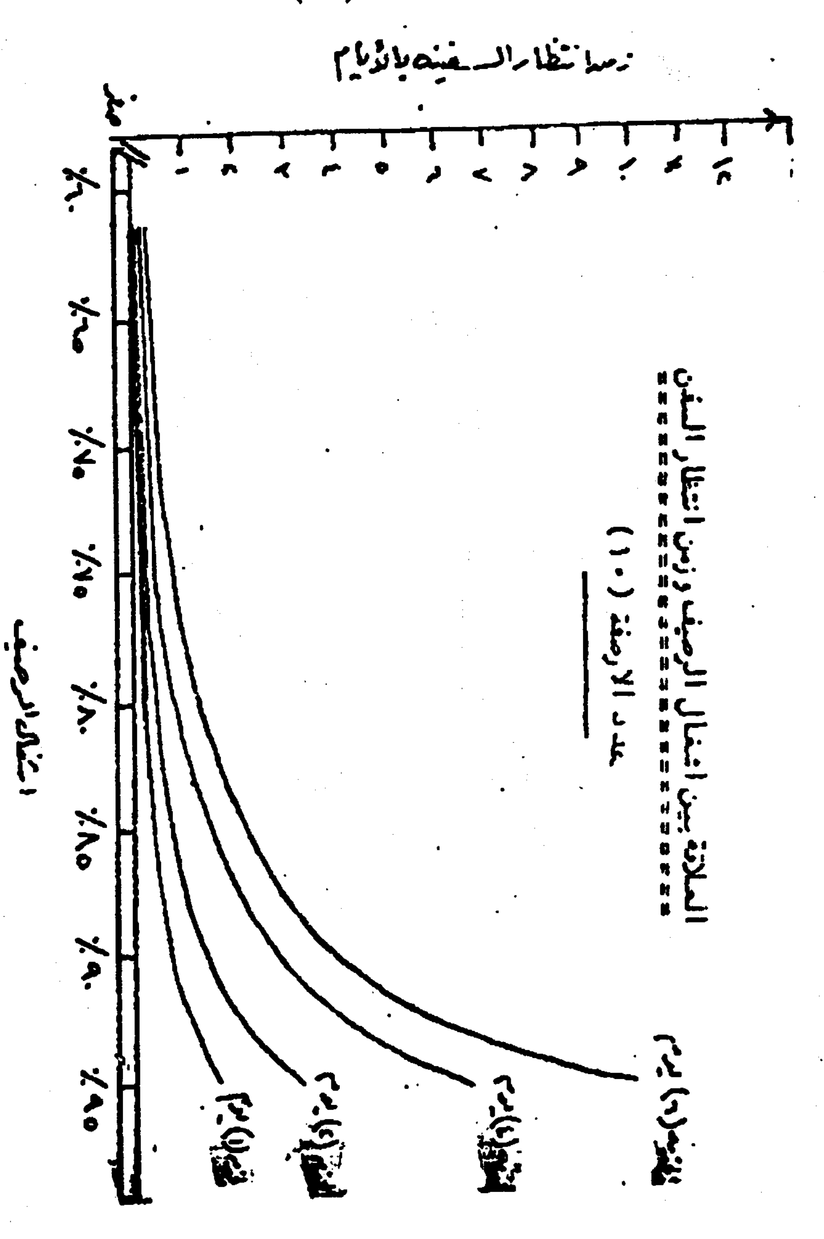


٢٤٠

شكل رقم (٣٩)

العلاقة بين اشغال الرصيف وزمن انتظار السفن

عدد الأرصفه (١٠)



إلا أن كلا الأسلوبين يفرض على الميناء تكاليف إضافية معينة، وهذه التكاليف هي في الواقع أقل بكثير من التكاليف المترتبة على تكدس السفن وطول زمن انتظارها خارج الميناء.

وفي الحقيقة أن زيادة طاقة الرسوم للميناء بصورة مؤقتة بالساليب المذكورة أعلاه يمكن تطبيقها لإيجاد مدى العلاقة بين إشغال الرصيف من جهة وزمن دورة السفينة بالميناء من جهة أخرى، إلا أن هذه الطاقة يجب أن تستمر بالارتفاع نتيجة لزيادة حركة البضائع للسنة القادمة إذا ما قورنت بحركة البضائع للسنة الحالية وذلك منعاً لحدوث أي تكدس بالميناء، وتلافياً لذلك يكون على سلطات الميناء زيادة عدد الأرصفة أو زيادة الطاقة الإنتاجية للرصيف أو الاثنين معاً، ولدينا المثال الآتي والذي يوضح مدى اعتماد موظفي التشغيل والتخطيط في الميناء على تبني أحد هذين الأسلوبين ليتسنى لهم معالجة هذا التكدس الذي قد ينشأ وبالتالي تخفيض زمن انتظار السفن خارج الميناء.

مثال:

يبلغ تداول البضائع العامة الحالي لميناء ما مقدار ٩٠٠,٠٠٠ طن سنوياً من خلال (٦) أرصفة، ومعدل إشغال الرصيف هو بنسبة ٧٥٪ ومعدل الشحن والتفريغ للسفن هو (٤) يومياً ومعدل زمن انتظار السفن خارج الميناء هو (١,١) يوم؛ وقد دلت التنبؤات على أن كمية البضائع الممكن تداولها خلال السنتين القادمتين ستصبح ١,٠٥٠,٠٠٠ طن سنوياً. المطلوب هو إيجاد الأسلوب الأمثل للتغلب على هذه الزيادة السنوية باتباع إحدى الطرق الآتية:

١. بناء رصيف أو أرصفة جديدة.

٢. زيادة طاقة الأرصفة الحالية مع الوضع بعين الاعتبار عدم زيادة زمن وجود السفينة في الميناء.

الحل:

الحالة الأولى:

إن هذا الافتراض يقودنا إلى الخطوات الآتية:

إنتاجية الميناء الكلية	:	١,٠٥٠,٠٠٠	طن سنوياً
عدد الأرصفة	:	٧	رصيف
معدل الإنتاجية لكل رصيف	:	١٥٠,٠٠٠	طن سنوياً
نسبة إشغال الرصيف	:	٧٥٪	
زمن الشحن والتفريغ	:	٤	أيام.

ومن البيانات السابقة نجد أن:

$$\frac{\text{زمن الانتظار}}{\text{زمن الخدمة}} \quad \text{هي:} \quad \frac{\text{Waiting Time}}{\text{Service Time}}$$

إذن:

$$\frac{\text{زمن الانتظار}}{٤} = ٠,٢٢١$$ وبالتالي فإن زمن الانتظار سيكون:

زمن الانتظار = ٠,٢٢١ × ٤ = ٠,٨٨٤ يوم

إذن معدل الزمن اللازم لبقاء السفينة في الميناء (دوران السفينة) هو:

زمن الانتظار + زمن الخدمة = ٠,٨٨٤ + ٤ = ٤,٨٨٤ يوم

ونلاحظ هنا أنه عندما تزيد حركة الميناء بنسبة ١٧٪، فإن هذه الزيادة يجب أن توافقها زيادة في عدد الأرصفة، وبالطبع فإن هذا يؤدي إلى تخفيض زمن بقاء السفينة في الميناء مثلاً من ٥,١ يوم إلى ٤,٨٨ يوم.

الحالة الثانية:

إن زيادة الطاقة الممكنة للأرصفة الحالية بنسبة ١٧٪ لها أثر فعال على معدل الشحن والتفريغ، وهذا الافتراض يقودنا إلى الخطوات الآتية:

إنتاجية الميناء الكلية	:	١,٠٥٠,٠٠٠	طن سنوياً
عدد الأرصفة	:	٦	رصيف
معدل الإنتاجية لكل رصيف	:	١٧٥,٠٠٠	طن سنوياً
نسبة إشغال الرصيف	:	٧٥٪	
زمن الشحن والتفريغ هو ٦/٧ من ٤ يوم	:	٣,٤٣	يوم.

ومن البيانات السابقة نجد أن:

$$\frac{\text{زمن الانتظار}}{\text{زمن الخدمة}} \quad \text{هي:} \quad \frac{\text{Waiting Time}}{\text{Service Time}}$$

إذن:

$$\frac{\text{زمن الانتظار}}{٣,٤٣} = ٠,٢٨١$$ وبالتالي فإن زمن الانتظار سيكون:

زمن الانتظار = ٠,٢٨١ × ٣,٤٣ = ٠,٩٦ يوم

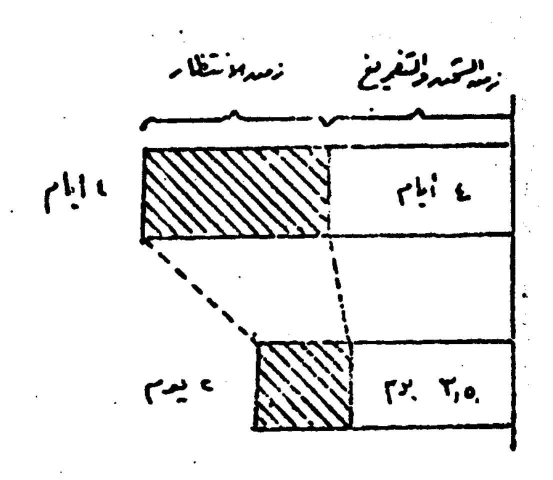
إذن معدل الزمن اللازم لبقاء السفينة في الميناء (دوران السفينة) هو:

٣,٤٣ + ٠,٩٦ = ٤,٣٩ يوم.

والمثال السابق يوضح لنا أن زيادة إنتاجية الميناء بنسبة ١٧٪ قادرة على استيعاب أي زيادة ملحوظة فى حركة الميناء، وبالتالى فهي أفضل من زيادة عدد الأرصفة، وهذا يقدم لنا وفر فى معدل زمن بقاء السفينة فى الميناء بمقدار نصف يوم، وعلى هذا الأساس فإن أي زيادة فعالة فى الإنتاجية يمكن تحقيقها بسهولة عن طريق تخفيض الزمن الضائع (Ideal Time) للسفينة فى الميناء، مثل الزمن الضائع من بعد انتهاء رباط السفينة وحتى فتح العنابر، أو الزمن من بعد انتهاء عمليات الشحن والتفريغ وحتى إبحار السفينة، أو الزمن الضائع أثناء عمليات تموين السفينة ...إلخ.

وعندما تزداد حركة السفن فى الميناء، فإن زمن انتظار هذه السفن سيكون أكبر من الزمن المستغرق لعملية الشحن والتفريغ، بيد أن تخفيض زمن الشحن والتفريغ له بالغ الأثر فى إنقاص زمن الانتظار؛ وقد أجريت تجربة على أحد الموانئ وذلك باتباع أسلوب المحاكاة، فتبين أن معدل بقاء السفن فى ذلك الميناء هو (٨) أيام هي عبارة عن (٤) أيام زمن الشحن والتفريغ و(٤) أيام زمن الانتظار وأن أي أعمال مكثفة ينتج عنها تخفيض فى زمن الشحن والتفريغ بمعدل نصف يوم تقريباً لكل سفينة، وبالتالى فإن ذلك يؤدى إلى إنقاص زمن انتظار هذه السفن إلى النصف أي من (٤) ايام إلى يومين (شكل ؟؟؟).

على أن هذه الظاهرة عامة جداً وهي تؤدى بناإلى قاعدة عامة خلال فترات التكدس، ومن مصلحة كافة المنتفعين بالميناء الإصرار على تشغيل سفنهم بصورة مكثفة كلما أمكن ذلك، وأي تكاليف غضافية نتيجة لهذا العمل المكثف سيكون بالضرورة أقل من التكاليف الباهظة عند تجميد السفن وتفريغها بالطرق العادية، فمثلاً لنفرض أن سفينتين وصلتا الميناء فى نفس



شكل (٤٠)

أثر تخفيض زمن الشحن والتفريغ على دوران السفينة بالميناء

الوقت وأن هناك رصيفين جاهزين لاستقبال هاتين السفينتين إلا أن مصادر تشغيل السفينتين (مجموعة العمال "البروت"، المعدات الميكانيكية ...إلخ) غير متوفرة بشكل يمكن معه تشغيل وفتح عنابر هاتين السفينتين بنفس الوقت نظراً لانشغال هذه المصادر فى الأرصفة الأخرى للميناء، والمطلوب هنا تحديد أي الأسلوبين يجب على سلطات الميناء اتباعه، هل تستخدم المصادر المتوفرة للعمل المكثف على سفينة واحدة بحيث يتم تفريغها خلال يومين ثم تستخدم نفس المصادر أيضاً لتشغيل السفينة الراسية الأخرى وذلك خلال يومين آخرين بحيث يكون زمن انشغال الرصيف يعادل (٦) يوم؟ أم أنها تلجأ إلى توزيع هذه المصادر المتوفرة على سفينتين بحيث يتم تفريغ وشحن هاتين السفينتين خلال (٤) أيام لكل سفينة على حدة وتكون فترة إشغال الرصيف تعادل (٨) ايام؟

إن الأثر المترتب على زمن دوران السفينتين فى الميناء من خلال اتباع أحد الأسلوبين يبدو واضحاً، ففى الحالة الأولى نرى أن فوائد العمل المكثف فى المدى البعيد يعود على مالك السفينة بالرغم من ضياع جزء من الوقت لا يمكن لسفينته وهي راسية على الرصيف استغلاله على الإطلاق (شكل٤١)؛ ولسوء الحظ فإنه ليس لسلطات الميناء القدرة على فرض العمل المكثف للسفن القادمة من الميناء إذ أم معدل التحكم فى معدل زمن الشحن والتفريغ غالباً ما يتم من قبل الوكلاء الملاحيين الذين فى استطاعتهم معرفة ما إذا كان هذا الزمن سينتهي قبل المدة المقررة، وحينئذ سيتعمدون اللجوء إلى الإبطاء فى عمليات الشحن والتفريغ بغية الحصول على عدد الأيام المقررة، وهذا الإبطاء بطبيعة الحال سوف يؤدى إلى تخفيض فى معـــــدل الشحن

شكل (٤١)

المقارنة بين استخدام العمل المكثف وبين توزيع مصادر معدات التشغيل على السفن الراسية على الارصفة

أ.استخدام المصادر المتوفرة بشكل مكثف على سفينة واحدة

عدد الأيام اللازمة لبقاء السفينتين على الأرصفة هو (٦) يوم

والتفريغ الأمر الذى يترتب عليه آثار لا تحمد عقباها على معدل زمن دوران السفينة وخاصة خلال فترات تجمع العديد من السفن المنتظرة خارج الميناء.

تطبيق على إنتاجية وإشغال الرصيف وزمن دوران السفينة فى الميناء

إذا كانت طاقة الميناء الحالية من تداول البضائع العامة تبلغ نحو مليون طن سنوياً عبر (٨) أرصفة ومعدل إشغال الرصيف هو ٩٠٪ ومعدل زمن الشحن والتفريغ هو (٣) أيام، وإذا فرضنا أن معدل العمل سوف يرتفع وبذلك نحصل على تخفيض فى زمن الشحن والتفريغ بمقدار السدس (١/٦)؛ المطلوب هو إيجاد الوقت اللازم لدوران السفينة فى الميناء وكمية الوفر السنوى لملاك السفن نتيجة للعمل المكثف إذا علمت أن التكلفة اليومية للسفينة بالميناء هي ٣٠٠٠ دولار أمريكى وأن إشغال الرصيف هو (٢٧٠) يوم فى السنة.

الحل:

من البيانات السابقة نستطيع الحصول على نسبة زمن الانتظار إلى زمن الخدمة لنسبة إشغال الرصيف ٩٠٪ وعدد (٨) أرصفة كما يلي:

$$\frac{\text{زمن الانتظار}}{\text{زمن الخدمة}} = ٠,٨٧٧$$

وعليه يكون:

زمن الانتظار = ٣ × ٠,٨٧٧ = ٢,٦٣ يوم.

زمن دوران السفينة = ٣ + ٢,٦٣ = ٥,٦٣ يوم.

ونتيجة للعمل المكثف، فإن معدل زمن الشحن والتفريغ سينخفض عن السابق بمقدار (١/٦) أي أن ٣ × ١/٦ = ٠,٥ يوم بحيث يصبح ٣ − ٠,٥ = ٢,٥ يوم.

إن نسبة إشغال الرصيف ستنخفض بمقدار السدس أيضاً وعليه تكون نسبة إشغال الرصيف الجديدة كالآتى: ٩٠٪ × ١/٦ = ٧٥٪ ولذا فإن:

$$\frac{\text{زمن الانتظار الجديد}}{\text{زمن الخدمة الجديد}} = ٠,١٦٨$$ وعليه يكون:

زمن الانتظار الجديد = ٢,٥ × ٠,١٦٨ = ٠,٤٥ يوم.

زمن دوران السفينة الجديد = ٢,٥ + ٠,٤٥ = ٢,٩٥ يوم.

إذن الوفر في زمن دوران السفينة = ٥,٦٣ – ٢,٩٥ = ٢,٦٨ يوم.

وبما أن معدل إشغال كل رصيف هو (٢٧٠) يوم في السنة وزمن الخدمة لكل سفينة على كل رصيف هو (٣) أيام، فهذا يعني أن عدد السفن الراسية لكل رصيف سنوياً هو ٢٧٠ ÷ ٣ = ٩٠ سفينة.

عدد السفن الراسية لـ (٨) أرصفة = ٩٠ × ٨ = ٧٢٠ سفينة سنوياً.

مجموع الوفر السنوي نتيجة للعمل المكثف = ٧٢٠ × ٢,٦٨ = ١٩٣٠ يوم لكل سفينة بالسنة.

إذن مجموع الوفر الذي اكتسبته الخطوط الملاحية = ١٩٣٠ × ٣٠٠٠ = ٥,٧٩٠,٠٠٠ دولار سنوياً.

نظام تداول بضائع السفينة Ship Cargo Handling System

مقدمة:

إن كافة العمليات بالسفينة والتي تجرى على الأرصفة لها طابع خاص مهما كانت نوعية الطرق التي تسلكها البضائع، وتنقسم هذه العمليات إلى قسمين:

١. **عملية التفريغ** Discharging Operation
٢. **عملية الشحن** Loading Operation.

ونظام عمليات السفينة يتضمن كافة حركات البضائع وعمليات شحن وتفريغ هذه البضائع مع افتراض أن حجم ورديات عمال الشحن والتفريغ هو الحجم الأمثل بالنسبة للسلع والبضائع التى يجرى تداولها.

الأداء الفعلى لنظام تداول بضائع السفينة

يمكن الحصول على الأداء الفعلى لنظام تداول بضائع السفينة من القيود والتسجيلات الإحصائية بها فى الميناء، ولكن من الضرورى اتباع طريقة لتقدير أو قياس الطاقة الممكنة Intrinsic Capacity لنظام تداول بضائع السفينة، وهذه الطريقة يجب اختبارها فى بادئ الأمر وأفضل اختبار لها هو إعادة حساب الأداء الفعلى لطريقة تداول بضائع السفينة من خلال تطبيق واستخدام الطريقة نفسها على أن يتم أولاً التزود بالمعلومات والبيانات الآتية:

١. إنتاجية مجموعة العمال (البروت) فى الساعة.
٢. توزيع مجموعة العمال (البروت).
٣. نوعية السلع المتداولة.
٤. حجم العمال المستخدمين.

ويمكن الحصول على إنتاجية البروت فى الساعة من المعلومات المدرجة بالجدول رقم (   )، والتحليلات المفصلة تتيح لنا الحصول على الأرقام الإجمالية لإنتاجية أصناف السلع الرئيسية.

ويلاحظ أن الرقم الإجمالى لهذه الإنتاجية يشمل كافة أوقات الأعطال التى تحدث خلال الوردية وأن تحليل أوقات هذه الأعطال Ideal Times

يعتبر فى حد ذاته على جانب كبير من الأهمية عندما يبحث المرء عن الطرق والوسائل اللازمة لزيادة الوقت المنتج خلال الوردية.

ويجب أن نشير هنا إلى أن البيانات السابقة الخاصة بالإنتاجية تتضمن الآثار الخاصة بنظام تداول بضائع السفينة ونظام التنقل ونظام التسليم المباشر، كما يمكن ايضاً تحديد مجموعة العمال (البروت) من خلال المعلومات السابقة التى حصلنا عليها.

وقد يكون من الصعب التمييز بين أنواع السلع المختلفة لتحديد مكان مجموعة العمال البروت فى أحد الموانئ، إلا أن هناك تمييز بين البضائع الواردة والبضائع الصادرة، والسلعة الوحيدة التى يمكن تمييزها تماماً عن باقى أنواع السلع هي القمح المعبأ فى جوالات، ولذلك فقد يكون هناك ثلاثة أماكن ومجموعات عمالية تعمل على الأرصفة: الأولى مخصصة للقمح المعبأ فى جوالات والثانية مخصصة للواردات والثالثة مخصصة للبضائع الصادرة.

ومن الطبيعى أن تكون الحالة مختلفة من ميناء إلى آخر حيث يسهل إجراء التحليل المطلوب طالما أن الشحنات الكبيرة هي الغالبة أو إذا كانت البضائع كلها مدرجة تحت بند واحد هو "البضائع العامة".

ويمكن الحصول على بيانات نوعية السلع المتداولة الممثلة فى البضائع الواردة أو الصادرة وبذلك تكتمل هذه البيانات اللازمة لحساب المعدل الفعلى لأداء نظام تداول بضائع السفينة.

وليس باستطاعتنا حساب متوسط الإنتاجية لنظام تداول بضائع السفينة من المتوسط الوزنى لمجموع الإنتاجيات المستقلة، بل يمكن الحصول عليه من المتوسط التوافقى لكل نوع من أنواع البضائع على حدة، وللحصول على هذا المتوسط التوافقى، فإننا نقوم بقسمة النسبة المئوية المتمثلة لكل نوع من أنواع البضائع على إنتاجية هذا النوع من البضائع، وتجمع هذه النسب ثم تقسم النسبة المئوية من مجموع السلع على هذه النسب (١٠٠ ÷ مجموع النسب) فنحصل على "متوسط الإنتاجية للسفينة/ساعة" كما هو موضح فى الجدول رقم (٤-٥)، وبهذا نكون قد قمنا بتقدير مردود Output السفينة/ساعة أثناء العمل على الرصيف، فمثلاً إذا أردنا الحصول على الأداء الشهرى أو السنوى لنظام تداول بضائع السفينة، فإنه من الضرورى أن نقوم بتقييم إجمالى لناتج السفينة فى ساعة من العمل المنجز على الرصيف، وهذا يتطلب القيام بتحليل للتسجيلات الخاصة ببيانات حجم العمالة المستخدمة فى خلال الفترة المطلوبة.

وثمة وسيلتان لضبط قيمة مردود حجم العمالة المستخدمة: الأولى هي أن نأخذ فى الاعتبار النتائج الآتية لمردود العمل، والثانية هي أن نأخذ بنتيجة عمل أعداد مختلفة من جماعات العمال (البروت) التى يتم تشغيلها فى ساعات إضافية ومقارنتها مع حجم وإنتاجية البروت فى أوقات العمل العادى.

ما هي الطاقة الممكنة لنظام تداول بضائع السفينة؟

إن الفرضية الأساسية بالنسبة للطاقة الممكنة لنظام تداول بضائع السفينة تتمثل كلياً فى دورة الرافعة (الونش)، إذ يمكننا اعتبار دورة الرافعة هي مفتاح المعادلة وأن عمل متوسط دورة الرافعة هو الذى يتحكم فى تحديد هذه

الطاقة بحيث يكون: متوسط محمول الرافعة الواحدة × عدد دورات الرافعة بالساعة = الطاقة الممكنة لعمليات السفينة/ساعةأي أن:

و × ع = ط

ويتوقف متوسط دورة الرافعة الذى يمكن الحصول عليه عندما لا تتدخل أنظمة النقل المتبعة الأخرى (بفرض أن عدد العمال فى عنبر السفينة كافى ومناسب) على ما يلى:

١. المميزات الفنية الخاصة بالرافعة مثل قوة الرفع وسرعة التحرك ونطاق الدوران ...إلخ.
٢. الزمن اللازم لتعليق وفك الشحنة بخطاف الرافعة.
٣. مسافة تحرك الرافعة.

ويجب المحافظة على متوسط دورة خطاف الرافعة خلال أوقات الوردية أو أنها ليست أقصر دورة ممكنة، بل هي الدورة التى تربط ما بين سرعة التشغيل المعقولة والزمن المسموح به لضبط أجهزة الرافعة، وعلى سبيل المثال: إذا كان زمن الدورة (٣) دقائق، فهذا معناه أن الرافعة تدور (٢٠) دورة كاملة فى الساعة و(١٦٠) دورة خلال وردية العمل (٨ ساعات) وذلك حتى إذا تم إجراء تغيير موقع الرافعة خلال فترة عمل الوردية أو حدثت بعض التوقفات البسيطة خلال هذه الفترة.

والطاقة الممكنة لعمليات السفينة فى الساعة ستحل محل قيم الإنتاجية السابقة التى استخدمت فى حساب الأداء الفعلى، وجميع القيم الأخرى المتمثلة بتوزيع جماعات العمال (البروت) والجزء الخاص بنوعية السلع المتداولة تبقى

كما هي عليه، ومرة أخرى سوف نحصل على قيم تشغيل السفينة/ساعة الذى تم فعلاً حيث تضرب هذه القيم بحجم إنتاجية العمالة المستخدمة.

جدول (٤-٥)

جدول البيانات الخاصة بمعدل إنتاجية البضائع والنسبة بين إنتاجية السلعة إلى مجموع البضائع

تصنيف السلع	الإنتاجية طن/برت/ساعة	معدل عدد البروت	النسبة المئوية إلى المجموع	الإنتاجية طن/سفينة/ساعة	النسبة المئوية ÷ الإنتاجية سفينة/ساعة

إن المقارنة بين مردود تداول بضائع السفينة وبين طاقتها الممكنة مبينة على أساس التطرق الشامل لكافة العمليات، وأياً كانت الاحتمالات بالنسبة لبعض أنواع البضائع، فإن هذا التفاوت يمكن أن يكون على جانب كبير من الأهمية.

وهذه المقارنة بين الأداء الفعلى والطاقة الممكنة على اساس التقسيم السبعى للبضائع تمكن الإدارة من معرفة العملية التى يجب التركيز عليها بغرض تحسين كفاءة تداول بضائع السفينة.

تطبيق على نظام تداول بضائع السفينة

إحسب قيم المعدلات الفعلية والممكنة (Actual, Intrinsic R_A, R_I) لرصيف ما فى أحد الموانئ، ثم وضح ذلك برسم بيانى مبيناً طاقة هذا الرصيف شهرياً علماً بأن المعلومات المتوفرة لدينا هي كالآتى:

(١)	أصناف السلع	وحدة الوزن لكل صنف (كجم)	النسبة المئوية لمجموع الأصناف
	الواردات:		
	بضائع فى أجولة	١٥٠٠	١٨٪
	حديد/صلب/ماكينات	٢٥٠٠	١٥٪
	الورق أو لباب الخشب	١٨٠٠	١١٪
	بضائع عامة	٧٥٠	٩٪
			٥٣٪

الصادرات:

فواكه طازجة بعلب كرتون	٨٠٠	٪١٧
زيوت مجمدة	١٥٠٠	٪١٣
منسوجات على شكل بالات	١٢٠٠	٪٩
بضائع عامة	١٠٠٠	٪٨
		٪٤٧

(٢) **تحليل الإنتاجية:**

كافة البضائع المجمدة	١٨ طن	للبرت/ساعة
البضائع الواردة ببالات	١٥ طن	للبرت/ساعة
الورق أو لباب الخشب	٢٠ طن	للبرت/ساعة
حديد أو صلب	٢٥ طن	للبرت/ساعة
بضائع عامة	٨ طن	للبرت/ساعة
فواكه طازجة	٨ طن	للبرت/ساعة

(٣) **دورة الرافعة:**

إن عدد دورات الرافعة المستخدمة بحساباتنا مبنية على أساس ١٨ دورة/ساعة لكافة البضائع باستثناء:

الفواكه	١٢ دورة بالساعة	واردات وصادرات
البضائع العامة	١٥ دورة بالساعة	

(٤) <u>توزيع وتحديد جماعة العمال (البروت)</u>

كافة البضائع المجمدة	١٨ طن	للبرت/ساعة
البضائع الواردة ببالات	١٥ طن	للبرت/ساعة
الورق أو لباب الخشب	٢٠ طن	للبرت/ساعة
حديد أو صلب	٢٥ طن	للبرت/ساعة
بضائع عامة	٨ طن	للبرت/ساعة
فواكه طازجة	٨ طن	للبرت/ساعة

(٥) <u>طاقة العمالة (Labour Input)</u>

إن معدل عدد الساعات شهرياً لكل رصيف هي	٣٢٥ ساعة

(١) جدول معدل الإنتاجية الفعلية لنظام تداول البضائع (R_A)

أصناف السلع	الإنتاجية (طن/برت/ساعة)	معدل عدد البروت	النسبة المئوية إلى المجموع	الإنتاجية (طن/سفينة/ساعة)	النسبة المئوية ÷ الإنتاجية (سفينة/ساعة)
الواردات:					
بضائع فى أجولة	١٨	٣,٦	١٨	٦٤,٨	٠,٢٧٨
حديد/صلب/ماكينات	٢٥	٣,٦	١٥	٩٠	٠,١٦٧
ورق لباب شجر	٢٠	٣,٦	١١	٧٢	٠,١٥٢
بضائع عامة	٨	٣,٦	٩	٢٨,٨	٠,٣١٣
الصادرات:					
فواكه طازجة	٨	٤,٥	١٧	٣٦	٠,٤٧٢
زيوت مجمدة	١٨	٣,٢	١٣	٥٧,٦	٠,٢٢٦
منسوجات بالات	١٥	٣,٢	٩	٤,٨	٠,١٨٨
بضائع عامة	٨	٣,٢	٨	٢٥,٦	٠,٣١٣
مجموع النسب					٢,١٠٩

م ف = النسبة المئوية لمجموع السلع ÷ مجموع النسب المئوية للإنتاجية (سفينة/ساعة)

بحيث يكون م ف = المعدل الفعلى للإنتاجية بالطن

$$م\ ف = \frac{١٠٠}{٢,١٠٩} = ٤٧,٤\ طن/ساعة$$

ج ف = م ف × ز = ٤٧,٤ × ٣٢٥ = ١٥٤٠٥ طن/رصيف/شهر

بحيث ج ف = الإنتاجية الفعلية

ز = عدد الساعات المستخدمة من قبل العمالة شهرياً لكل رصيف.

(٢) جدول الطاقة الممكنة بالساعة لنظام تداول البضائع في السفينة

	عدد الدورات بالساعة	وزن كل مجموعة من البضائع بالكجم	الإنتاجية كجم/ساعة
الواردات:			
البضائع المخلفة	١٨	١٥٠٠	٢٧٠٠٠
حديد/صلب/ماكينات	١٨	٢٥٠٠	٤٥٠٠٠
ورق / لباب خشب	١٨	١٨٠٠	٣٢٤٠٠
بضائع عامة	١٥	٧٥٠	١١٢٥٠
الصادرات:			
فواكه طازجة بعلب كرتون	١٢	٨٠٠	٩٦٠٠
زيوت مجمدة	١٨	١٥٠٠	٢٧٠٠٠
منسوجات بالات	١٨	١٢٠٠	٢١٦٠٠
بضائع عامة	١٥	١٠٠٠	١٥٠٠٠

(٣) جدول معدل الإنتاجية الممكنة لنظام تداول البضائع

أصناف السلع	الإنتاجية (طن/برت/ساعة)	معدل عدل البروت	النسبة المئوية للمجموع	الإنتاجية (طن/سفينة/ساعة)	النسبة المئوية ÷ الإنتاجية (سفينة/ساعة)
الواردات:					
بضائع المغلفة (أجولة)	٢٧	٣,٦	١٨	٩٧,٢	٠,١٨٥
حديد/صلب/ماكينات	٤٥	٣,٦	١٥	١٦٢	٠,٠٩٣
ورق / لباب خشب	٣٢,٤	٣,٦	١١	١١٦,٦	٠,٠٩٤
بضائع عامة	١١,٣	٣,٦	٩	٤٠,٧	٠,٢٢١
الصادرات:					
فواكه طازجة (كرتون)	٩,٦	٤,٥	١٧	٤٣,٢	٠,٣٩٤
زيوت مجمدة	٢٧	٣,٢	١٣	٨٦,٤	٠,١٥٠
منسوجات بالات	٢١,٦	٣,٢	٩	٦٩,١	٠,١٣٠
بضائع عامة	١٥	٣,٢	٨	٤٨	٠,١٦٧
المجموع			١٠٠		١,٤٣٤

حساب معدل الطاقة الممكنة شهرياً

لحساب الطاقة الممكنة بالساعة، نقسم النسبة المئوية من مجموع السلع على مجموع النسبة المئوية للإنتاجية/سفينة/ساعة.

بحيث يكون:

م ك = ١٠٠ / ١,٤٣٤ = ٦٩,٧ طن / ساعة

ج ك = م ك × ز = ٦٩,٧ × ٣٢٥ = ٢٢,٦٥٣ طن/رصيف/شهر

حيث:

ج ك = الطاقة والإنتاجية الممكنة

ز ك = عدد الساعات المستخدمة من قبل العمالة شهرياً لكل رصيف.

الرسم البياني لهذه الطاقة

الطاقة الممكنة Intrinsic		٢٢,٦٥٣ طن/رصيف/شهر
	الانخفاض ٧٢٤٨ طن Slack	
الطاقة الفعلية Actual		١٥٤٠٧ طن/رصيف/شهر

نظام التنقل Transfer System

أ- مقدمة:

إن نظام التنقل هو عبارة عن عمليات نقل البضائع من وإلى السفينة إلى المخازن والساحات التى هي فى منطقة الميناء، ويمكن دراسة نظام التنقل إما على أساس المدى القصير Short Time أو على أساس المدى البعيد Long term؛ وإذا قمنا بدراسة نظام التنقل على أساس المدى البعيد، فإن المرجح أن هذا التحليل لا يبرز أي مشاكل ذات أهمية بالغة مع أن هذا النظام يشكل فى حد ذاته اختناقاً فى سير العمليات لأن عملية التنقل فى المدى البعيد كما نعلم هي فى وضع يسمح لها بإخلاء البضائع من المنطقة الاحتياطية طيلة وجود السفينة على الرصيف أو بعد مغادرتها له أو حتى فى الأوقات التى لا تقوم خلالها السفينة بأي عمل أثناء رسوها على الرصيف.

وقد توضح لنا طاقة التنقل فى المدى البعيد مجال سير العمليات بصورة متناسقة بين نظام التنقل وعمليات السفينة، بينما تبدو لنا هذه الطاقة فى المدى القصير أقل مما هي عليه فى الواقع من طاقة عمليات السفينة.

ولهذا فإنه من الضرورى تحديد الأداء الفعلى والطاقة الممكنة لنظام التنقل بطريقة تؤدى إلى إمكانية إجراء مقارنة فعالة فيما بينها، ويتم هذا بتقييم نظام التنقل على أساس النظام الساعى (أي ساعة بعد ساعة).

ب- منهج العمل

من الواضح أن طاقة نظام التنقل تتوقف مباشرة على نوع جهاز التنقل المستخدم وأسلوب عمليات التنقل المتبع، وعلينا فى هذا المجال تقدير هذه

الطاقة بالنسبة لكل نوع من أنواع أجهزة التنقل المستخدمة لكل طريق، أما إذا استخدمنا أنواع مختلفة من الأجهزة واختلطت علينا الأساليب المتبعة لخدمة عمليات السفينة، فإن مردود هذه الأجهزة سوف يكون مركب أي لا يدل بأي حال من الأحوال على الأداء الفعلى والطاقة الممكنة لنظام التنقل، وتتحدد الطاقة الفعلية لأسلوب التنقل بالعوامل الآتية:

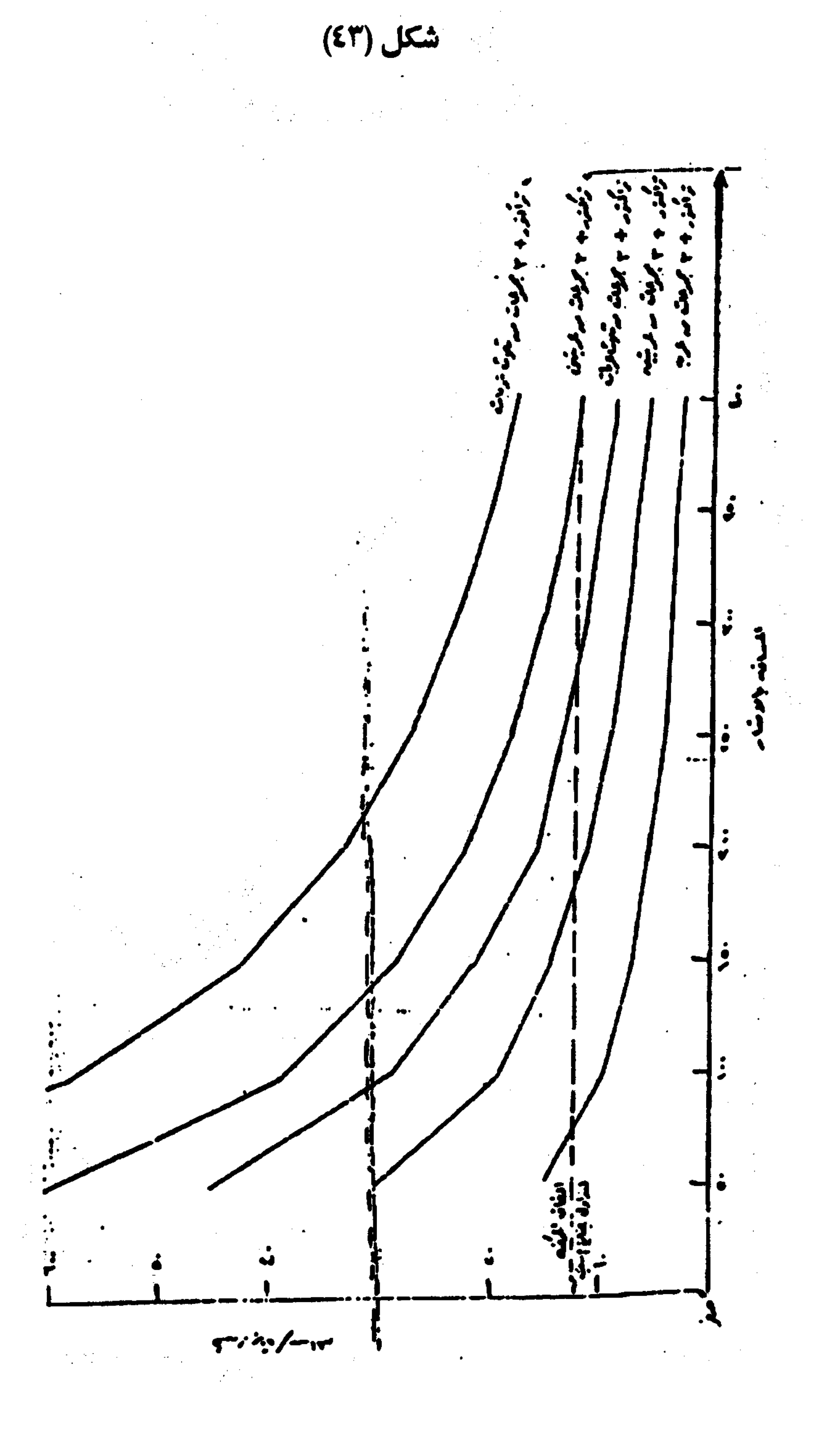
١. مسافة التنقل.
٢. وزن الشحنة المنقولة عبر هذه المسافة.
٣. سرعة معدات التنقل.
٤. الزمن اللازم لشحن وتفريغ الشحنة إلى ومن معدات التنقل.

ومن المرجح أن تتعرض مسافة التنقل لاختلافات واسعة النطاق، لذا يقوم المشرف على أعمال الرصيف بعمل جدول مسافات يتضمن الحسابات الخاصة بهذه المسافات المختلفة التى تمكنه من الاستعانة بها عند إجراء أي حسابات أخرى.

ويتوقف وزن الشحنة المنقولة عبر مسافة التنقل على وزن الشكة (Slink) فى الرفعة الواحدة، وهذا الوزن يختلف باختلاف أنواع السلع، كما يتوقف ايضاً على عدد الشكات المنقولة عبر هذه المسافة على معدات التنقل (شكل).

ويمكن معرفة سرعة معدات التنقل بالملاحظة أثناء تأدية العمل، والدراسات التطبيقية التى أجريت على طرق التنقل المختلفة فى بعض الموانئ لم تكن بقصد معرفة سرعة التنقل فحسب، بل كانت وسيلة للحصول على المعلومـــات

شكل (٤٣)



والبيانات الخاصة بالفترات التى تتوقف فيها معدات التنقل عن الحركة بالنسبة لكل دورة من دورات التنقل، كما يجب تسجيل الأداء الفعلى لنظام التنقل بالنسبة لكل نوع من أنواع البضائع نظراً لفائدته عند إجراء أي تحليلات أخرى لنظام التنقل.

ويعود الزمن الذى تتوقف فيه معدات التنقل عن الحركة إلى أحد السببين الآتيين:

١. الزمن اللازم لشحن وتفريغ البضائع إلى أو من معدات التنقل فى حين أن المقطورات تقف منتظرة.
٢. الزمن اللازم لربط أو فك وحدة القطر مع أو من المقطورات.

ومن الواضح أن زمن توقف معدات التنقل عن الحركة يعتمد على طبيعة طريقة التنقل المتبعة، فإذا تبين لنا أن مجموع فترات التوقف كبيرة نسبياً، فإن ذلك يكون مبرراً لإجراء التحليل الشامل لطريقة التنقل المتبعة بقصد إجراء تغيير فى نظام التنقل يهدف إلى رفع كفاءته.

ويمكن الحصول على الطاقة الفعلية لدورة التنقل فى الساعة طبقاً للمعادلة الآتية:

$$ط_{ن} = و \times ع$$

حيث:

$ط_{ن}$ = الطاقة الفعلية لدورة التنقل
و = الوزن الإجمالى المنقول فى الدورة الواحدة
ع = عدد الدورات فى الساعة.

ويمكن استخلاص عدد الدورات في الساعة من المعادلة الآتية:

$$ع = \frac{1}{\frac{ز}{60} + \frac{م}{س_2} + \frac{م}{س_1}}$$

حيث:

م = مسافة التنقل بالأمتار

$س_1$ = سرعة معدات التنقل وهي مشحونة بالأمتار/ساعة

$س_2$ = سرعة معدات التنقل وهي فارغة بالأمتار/ساعة

ز = الزمن اللازم لشحن وتفريغ المقطورات.

ج- طريقة تقديم المعلومات

إن استخدام مثل هذه المعادلات يسمح لنا بتصميم مجموعة من الرسوم البيانية التي تساعدنا على فهم أداء نظام التنقل على نحو أفضل، كما يتيح لإدارة الميناء إبداء القرار في أي عنصر من عناصر دورة التنقل واكتشاف أوجه القصور -إذا وجد- ثم العمل على معالجته بمزيد من التحقق والتحرى.

كما توضح هذه الرسوم البيانية مدة تأثير كل من مسافة التنقل وفترات التوقف ثم سرعة معدات التنقل على طاقة التنقل نفسها، إذ تعتبر ذات فائدة كبيرة لدى تقديمها بغرض تحديد الحجم الأمثل لتوزيع معدات التنقل تحت ظروف معينة من العمل وذلك عند إعداد الخطة اليومية للتشغيل.

ومن هذه الرسوم البيانية يمكننا استخلاص الحد الأدنى لحجم معدات التنقل بحيث تلاءم المردود الفعلى للسفينة مع المسافة المحددة بافتراض عدم حدوث أي عوائق خارجية تؤثر على مجرى العمليات.

وأخيراً فإن هذه الحسابات والرسوم البيانية تزودنا بمؤشر معقول للطاقة الفعلية للتنقل، ويمكن إعداد رسم بيانى خاص بكل نوع رئيسى من أنواع السلع والبضائع التى تمر بنظام التنقل ثم نقارن بين الطاقة الممكنة لنظام التنقل وبين الطاقة الكامنة الفعلية لتداول بضائع السفينة بالنسبة لكل نوع من أنواع البضائع، فغذا وجد أن هناك ركود فى اي منها، فإن سببه يرجع إما إلى الأثر العملى لعدم كفاءة طاقة عمليات السفينة أو طاقة نظام التنقل أو إلى العوائق الخارجية التى قد تؤثر على عمليات السفينة أو نظام التنقل مثلاً كتكدس المخازن.

د- تطبيق

تعرضت عملية تنقل البضائع العامة (من الأرصفة إلى المخازن وبالعكس) فى أحد الموانئ إلى نقد شديد من قبل المدير المسئول فى الميناء على الرغم من أن مراقبى هذه الأرصفة كانوا يشرفون على عملية تداول وتنقل البضائع، لهذا فقد قرر المدير المسئول متابعة الأداء على الطبيعة (مكان العمليات) شخصياً حيث حصل بعدها على البيانات المسجلة فى الجدول الآتى.

ولكن بعد دراسة هذه البيانات تبين أن هناك فروقاً بين كمية البضائع المتداولة وبين كمية البضائع المنقولة إلى المخازن مما تسبب عنه حدوث اختناق فى عمليات التنقل بالنسبة لبعض البضائع.

حدد هذه الفروق بين كمية البضائع المتداولة وبين كمية البضائع المنقولة في الساعة، ثم اوجد السبل اللازمة لعلاج هذه الظاهرة.

تصنيف البضائع	وزن الشحنة المنقولة بالكجم	مسافة التنقل بالمتر	الزمن اللازم لشحن وتفريغ المقطورات بالدقيقة	سرعة معدات التنقل وهي محملة (كم/ساعة)	سرعة معدات التنقل وهي فارغة (كم/ساعة)	الطاقة الممكنة لعملية تداول البضائع بالكجم
بضائع عامة (س)	٦٥٠	١٠٠	٣	٨	١٠	١٣٠٠٠
بضائع عامة (ص)	١٤٠٠	٥٠	٤	٧	٩,٥	٣٠٨٠٠
بضائع عامة (ص)	١٢٥٠	٦٠	٢	٨	١٠	٢٧٥٠٠
بضائع عامة (س)	٧٠٠	٩٠	٣,٥	٧,٥	١٠	١٤٠٠٠
بضائع عامة (س)	٦٠٠	١١٠	٣	٧,٥	١٠	١٢٠٠٠
بضائع عامة (س)	٧٥٠	١٠٠	٤	٨	١٠	١٥٠٠٠
بضائع عامة (ص)	١٣٥٠	٥٠	٢	٧,٥	١٠	٢٩٧٠٠

س : ترمز إلى البضائع المستوردة

ص : ترمز إلى البضائع المصدرة.

الحل:

لإيجاد الفروق بين كمية البضائع المتداولة وبين كمية البضائع المنقولة فى الساعة، علينا قبل كل شيء تحديد عدد دورات التنقل فى الساعة وتحديد عدد دورات الونش ثم حساب الفروق بين طاقة التنقل وبين طاقة التداول، وعند وجود فروق فيما بينهما فيجب التوفيق بين العمليات بحيث نستطيع التخفيف من حدة وجود بعض الاختناقات أثناء العمليات.

العلاقة بين نظام تداول بضائع السفينة وبين نظام التنقل

Relation between Cargo-Handling System and Transfer System

١- التنسيق بين العمليات

يتمتع كل قسم من أقسام الرصيف بطلب خاص وبطاقة خاصة إذ أن لبعض هذه الأقسام ارتباط وثيق مع غيرها من الأقسام الأخرى ولكل طن من البضائع المارة عبر الرصيف لابد وأن يمر أيضاً بالأقسام الأخرى.

ومن أهم هذه الارتباطات هو الارتباط بين تداول بضائع السفينة مع كل من نظام التنقل أو مع أحد أنظمة النقل المباشرة Direct System وذلك بموجب الطريق الذى ستسلكه البضائع.

ويجب التنسيق بين العمليات المرتبطة تنسيقاً شاملاً ومستمراً (أي ساعة بساعة) وإلا ستتعطل إحدى العمليات بانتظار سير العمليات الأخرى أو تتكوم البضائع على الرصيف ويحدث تكدس.

وللحصول على هذا التنسيق يترتب علينا فى بادئ الأمر أن نعرف قدرات Capabilities كل عملية على حدة فى الساعة الواحدة، ويعتبر هذا أمراً شاقاً، فليس من السهل قياس استطاعة كل عملية مستقلة عن العمليات الأخرى حيث أن كل قيد أو تسجيل للأداء هو فى الواقع قيد أو تسجيل لعمليات مرتبطة مع بعضها البعض.

٣- الطريق غير المباشر The Indirect Route

إذا أخذنا على سبيل المثال إحدى العمليات غير المباشرة، فهل نسجل "دورة الونش" أم "دورة التنقل"؟ (شكل).

لابد لنا فى هذا المجال وللإجابة على هذا السؤال من تحديد إحدى العمليات المرتبطة والتى تشكل عنق الزجاجة وتسبب حدوث اختناق معين.

ولاكتشاف هذه العمليات المرتبطة، فإنه يتوجب علينا إجراء حسابات إضافية بغرض مقارنة الذى تم قيده وتسجيله عن كامل العملية وبين الطاقة الممكنة لكل مرحلة منفصلة من مراحل إتمام هذه العملية بالميناء، فمراقبة العملية ميدانياً "إلى جانب الرصيف" ليس كافياً لتحديد موقع القصور الذى يعوق أداء العملية، ولكنه قد يؤدى إلى معرفة سبب هذا القصور إذا كان التنسيق بين العمليات غير مرضياً، إذ أنه من الصعب فى كثير من الأحيان معرفة هذا السبب الذى قد يؤدى إلى حدوث الخلل فى أداء العمليات.

ومن الطبيعى أن سرعة أو بطء كل عملية تنعكس آثارها على مجمل العمليات، إذ ينتقل القصور من مكان إلى آخر للطاقة الممكنة لنظام تداول

بضائع السفينة فى المدى القصير والتى هي ببساطة عدد دورات الرافعة فى الساعة مضروباً فى متوسط وزن الشحن المرفوعة بالنسبة لكل نوع من أنواع البضائع.

وقد أجريت عدة دراسات خاصة فى ميناء سان فرانسيسكو على عدد الدورات التى يجب أن تنجزها أوناش الأرصفة والتى طاقة رفعها (٦/٣) طن فى خلال الوردية الواحدة، فإذا فرضنا أن عدد العمال الذين يعملون على ظهر السفينة مناسباً بدرجة كافية وكانت معدات تداول البضائع داخل عنابر السفينة (شوكة رافعة/أدوات تصبين) تستخدم بصورة فعالة، فليس هناك سبب يحول دون أن تقوم الرافعة بعشرين دورة فى الساعة خلال الوردية بالنسبة لأي نوع من أنواع البضائع وأياً كان طراز فتحة عنابر السفينة على افتراض أن زمن دورة الرافعة هو (٣) دقائق.

أما إذا كان متوسط وزن الشحنة التى يتم رفعها -من نوع معين من أنواع البضائع- هو طن واحد، فمعنى ذلك أن الطاقة الممكنة للرافعة بالنسبة لهذا النوع من البضائع هي عشرين طن فى الساعة.

وإذا كانت الوردية هي وحدة العمالة المخصصة لرافعة واحدة، فإن الطاقة الممكنة هي ٢٠ طن/ساعة/وردية 20 Tons/Gang/Hour، وبالنسبة لعملية النقل على المقطورات، فهناك عدة فروق واختلافات فى عدد دورات التنقل، ويتوقف هذا على الآتى:

أ- مسافة التنقل.

ب- سرعة معدات التنقل.

ج- عدد المقطورات المسحوبة وطبيعة هذه المقطورات وهل تحتاج إلى وصلها أو ربطها إلى بعضها البعض بجوار الرصيف أو أنها بحاجة إلى الفك عند وصولها إلى منطقة التفريغ أم أنها مثبتة وموصلة مع بعضها بشكل دائم.

د- إختلاف نوعية الشحنات المنقولة.

وأهم عنصر من العناصر المؤثرة فى سرعة أداء دورة التنقل هو الوقت المجمد أي غير المستغل Immobilization Time للجرار أو الرافعة المتنقلة أو الشوكة الرافعة سواء كان ذلك راجعاً إلى الوقت الذى تنتظره المقطورات لإجراء عملية الشحن والتفريغ أو ربط وفك هذه المقطورات على الرصيف أو فى المخازن المكشوفة أو بغرض عملية الفرز ووضع العلامات أو بسبب تكدس البضائع إلى جانب المخازن، كل هذا له تأثيره البالغ وخاصة إذا كان التنقل يتم عبر مسافات قصيرة.

وعلى سبيل المثال: إذا فرضنا أن الطاقة الممكنة لنظام التنقل قد حددت ووجدنا أنها = ١١ طن فى الساعة/وردية، عندئذ يمكن مقارنة الطاقة الممكنة لنظام تداول بضائع السفينة ونظام التنقل مع الأداء المسجل أي الطاقة الفعلية والتى هي = ١٠ طن فى الساعة/وردية (شكل ٤٤).

من خلال هذه الأرقام نستطيع التعرف على ماهية الطاقة التى تحدد المعدل الإجمالى للتنقل فيما بين عنابر السفينة والمنطقة المخزنية وهل هي طاقة الونش (الرافعة) أم طاقة التنقل؟

أما بالنسبة للمثال السابق، فيمكن اعتبار دورة التنقل هي مصدر الاختناق حيث تشكل عنق الزجاجة نظراً لأن طاقة دورة التنقل أكبر قليلاً من الأداء المسجل وأقل كثيراً من طاقة الونش وذلك بافتراض أن الطاقة الممكنة هي ٢٠ طن/ساعة/وردية.

ومن هذا المثال نستنتج أنه ليس هناك سوى فائدة محدودة بالنسبة لزمن دورة السفينة حتى لو كانت هذه السفن مجهزة وقادرة على تحقيق أعلى معدل للشحن والتفريغ.

وباختصار فإننا سوف لن نحقق هذا المعدلات ما لم تتوفر العناية الكافية لتحسين عملية التنقل.

٣- الطريق المباشر The Direct Route

تسلك البضائع عند شحنها أو تفريغها طريقاً رئيسياً يسمى بالطريق المباشر، وهو عبارة عن شحن أو تفريغ هذه البضائع مباشرة من أو على عربات النقل (اللورى) أو عربة السكك الحديدية أو الصنادل.

وتتوقف الطاقة الممكنة المتبعة فى هذا الطريق بالنسبة لعمليات الشحن أو التفريغ على إحدى العوامل الآتية:

أ- طاقة الونش أو الرافعة.

ب- طاقة الحمل لوسائل التنقل (عربة لورى، سكة حديد، صنادل).

ج- توفر إمكانية الحصول على هذه الوسائل.

فإذا فرضنا أن عربتين تعملان فى ساحة الرصيف إلى جانب السفينة وتخدمهما رافعة واحدة تضع البضائع على منصتين من منصات الشحن وكل عربة تستغرق فى المتوسط (١٥) دقيقة لشحنها بخمسة أطنان من نوع معين من البضائع وتستغرق (٥) دقائق حتى تحل محلها عربة أخرى، عندئذ تكون الطاقة الممكنة لنظام شحن هاتين العربتين على النحو التالى:

$$٢ \times \frac{٦٠}{٢٠} \times ٥ = ٣٠ \text{ طن فى الساعة}$$

وإذا افترضنا أن الأداء المسجل لهذا النوع من البضائع ولتكن شحنات ضخمة من البالات أو الأجولة يعادل (١٨) طن فى الساعة/وردية، فإن هذه الحالة يمكن تصويرها على النحو الموضح فى الشكل (٤٥).

وهذه الصورة مختلفة تماماً عما رأيناه فى المثال السابق، فهنا نجد أن طاقة الرافعة هي التى تتحكم فى المعدل الإجمالى للتفريغ على العربات وأنها تنقص عن طاقة تحميل العربتين بـ ١٠ طن/ساعة/وردية، وعلى هذا الأساس فإنه ليس هناك وسيلة لزيادة معدل سرعة التفريغ إلا إذا تمت زيادة طاقة الرافعة وذلك بالتفريغ المبكر على منصتي الشحن وتكوين فائض من البضائع المفرغة بمعدل ٥ طن/ساعة/وردية لكل منصة حتى لا تكون هناك فترة انتظار أثناء عملية الشحن والتفريغ على العربات (اللورى) أو (السكة الحديد).

٤- الاختلافات قصيرة المدى فى معدل التشغيل

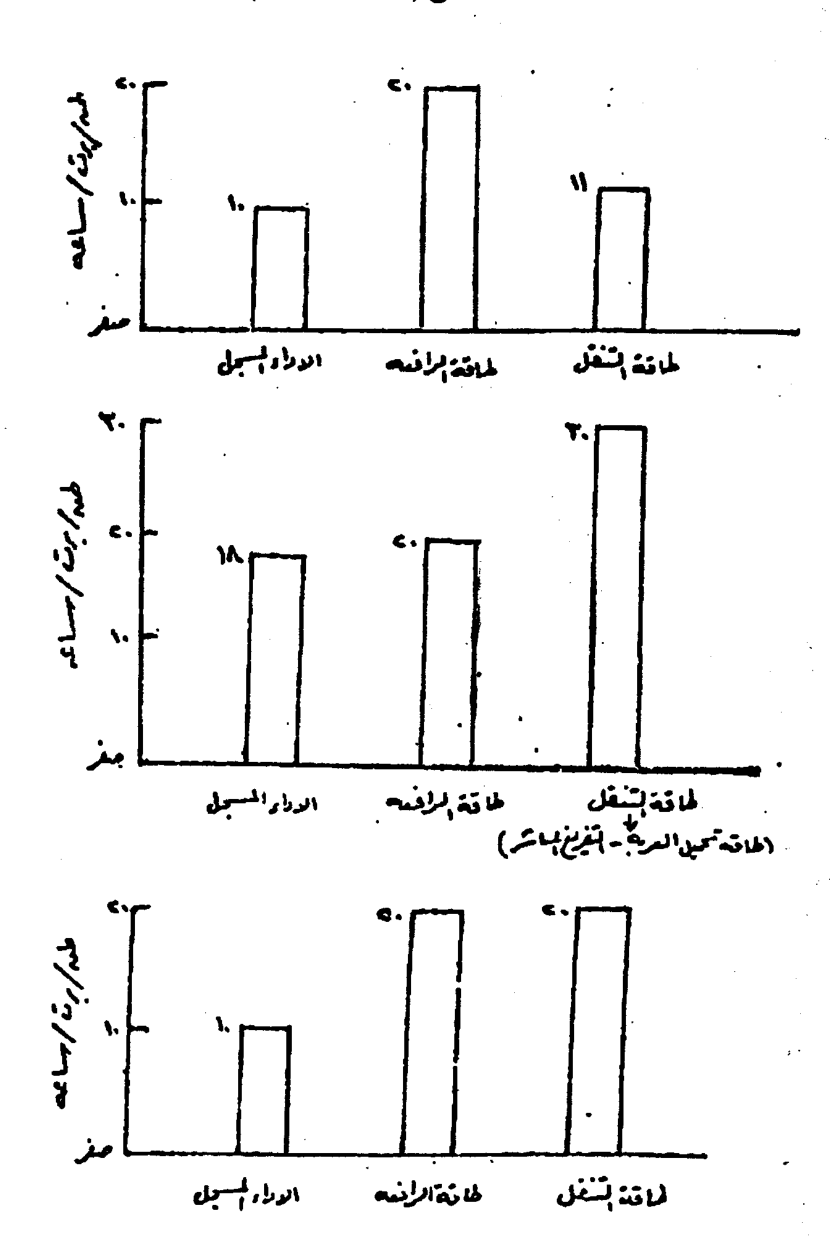
إذا فرضنا أن معدل طاقة دورة التنقل هو ٢٠ طن/ساعة/وردية وأن طاقة الرافعة هي ٢٠ طن/ساعة/وردية وأن الأداء المسجل يعادل ١٠ طن/ساعة/وردية، فإن هذه الاختلافات قصيرة المدى فى معدل التشغيل هي التى تسبب انخفاضاً فى معدل الأداء يرجع إلى الآتى (شكل):

أ- أن يكون هناك افتراض خاطئ فى عدد العمال الذين يتداولون البضائع فى عنبر السفينة ويجب أن يكون أكبر من اللازم بسبب عمليات الفرز أو وضع العلامات على البضائع التى تتم داخل عنابر السفينة.

ب- قد تكون الطاقة الممكنة للرافعات أو للعربات أو المقطورات معاقة بسبب الاختلافات أو التغيرات قصيرة المدى فى معدل التشغيل أو بسبب الأعطال (الوقت الضائع)، وهذه الاختلافات أو التغيرات قصيرة المدى فى معدل التشغيل قد تكون بالغة الأثر، فالمعدل الذى يتم على أساسه تفريغ البضائع العامة من عنبر السفينة قد يختلف من ٣٠ إلى ٤٠ طن فى الساعة وهذا يتوقف على مجموعة من العوامل كطبيعة البضاعة ونوع السفينة وطراز أجهزة التفريغ المستخدمة ...إلخ.

فمثلاً إذا كان لدينا رافعة طاقتها فى المدى القصير تبلغ (٣٠) طن فى الساعة ودورة التنقل تغذى منطقة التخزين بمقدار (١٠) طن فى الساعة أي أن البضائع ستنقل من عنبر السفينة إلى منطقة التخزين بمعدل (١٠) طن فى الساعة، وبالعكس فقد تكون هناك أسباب تؤدى إلى أن طاقة تداول البضائع من عنبر السفينة هي (١٠) طن فى الساعة فى حين أن دورة التنقل تستطيع التعامل بمعدل (٣٠) طن فى الساعة.

شكل (٤٤، ٤٥، ٤٦)



وهذه الظاهرة تصلح لتفسير الحالة التى بيناها فى الشكل السابق حيث رأينا أن الأداء المسجل منخفض كثيراً عن معدل الطاقة الرافعة أو معدل دورة التنقل.

وعلى هذا الأساس فإن تكوين منطقة احتياطية على ساحة الرصيف لمدة وجيزة تسمح بإبقاء ثلاث أو أربع مقطورات محملة بالبضائع على ساحة الرصيف أو أمام منطقة التخزين بدون عمل قد يساعد على تخفيف مثل هذه الاختلافات القصيرة المدى فى معدلات التشغيل أي بين معدل طاقة الرافعة ومعدل دورة التنقل.

أما السبب الآخر لانخفاض الأداء المسجل فهو الوقت الضائع، وهذا السبب فى الواقع من الصعب تعقبه فى بعض الأحيان، إلا أنه من الواضح أن نسبة الخسارة نتيجة لهذه الأوقات سوف تزيد كلما زاد الطلب على الميناء، ويمكن القول بأن إحدى صور الوقت الضائع تكمن فى طريقة العمل فى كل وردية، فكثير من الموانئ تقوم بتشغيل الورديات على أساس (٨) ساعات لكل وردية بينما فى الواقع تتم ساعات التشغيل على أساس (٦) ساعات وضياع ساعتين على الأقل فى الوردية، وسبب ذلك هو التأخر فى بدء العمل بانتظار فتح أغطية عنابر السفينة أو انتظار الكتبة العدادين Tallymen أو انتظار الأوناش ...إلخ.

ويمكن تلافى معظم هذه الأسباب بترشيد الموظفين وعمال الميناء والمساهمة فى تسهيل مجرى العمل على الرغم من صعوبة تغيير العادات التى تكونت بطريقة بطيئة حيث أن القضاء على أسباب حدوث مثل هذه

الخسارات قد يؤدى إلى زيادة كبيرة فى الإنتاجية مما يحقق فوائد أكثر فعالية من الفوائد المتوقعة من الاستثمارات.

ومن الصور الأخرى للوقت الضائع والذى يرجع إلى وجود خطأ فى التنسيق هو عدم تحقق أو حدوث بعض العوامل الضرورية مثل:

أ- عدم وصول البضائع المتوقع تصديرها فى الميعاد المناسب.

ب- التأخير فى رسو السفينة أو عدم وصولها إلى الميناء فى الميعاد المقرر.

ج- حدوث عطل خطير فى أحد الأجهزة أو المعدات.

د- سحب عدد من عمال الأرصفة لظروف طارئة.

هـ- سوء الأحوال الجوية.

والذى يهمنا هنا هو السبب الأول والثانى فقط.

٥- الإشراف الموحد على عمليات الرصيف

يمكن تجنب الوقوع فى خطأ التنسيق بين كافة عمليات الرصيف إذا اتبعت الطرق والوسائل التى تجعل التخطيط أكثر إحكاماً، ولكن الذى يجعل الخطأ والإخفاق فى التنسيق أكثر خطورة هو عدم مراجعة الخطة عندما يحدث خلل ما فى عمليات التشغيل.

وإذا كان لابد من تغيير الخطة فى آخر لحظة فإنه يجب توفير الأمور الثلاثة الآتية:

أ- التبليغ السريع عن بعض مراحل العمليات التى تسير على نحو خاطئ.

ب- توفر الخطط البديلة فى العمل وهذا يعنى اللجوء إلى الطوارئ أو إلى الخطة الاحتياطية).

ج- تواجد المسئول في موقع العمل حتى يمكنه اتخاذ القرار المناسب والفعال.

وقد نجد في كثير من الموانئ أن الرقابة على عمليات الأرصفة موزعة بين الجهة التي تقوم بأعمال الشحن والتفريغ وبين سلطات الميناء، وهذا بالطبع يؤدي إلى ازدواجية في السلطة مما يجعل تحديد الخطأ وتقديره والرقابة أو الإشراف على الأداء أمراً في غاية الصعوبة.

لهذا فإن الحاجة تدعو إلى انسياب العمليات ابتداءاً من عنابر السفينة إلى نقطة التسليم أو إلى منطقة التخزين دون أي عوائق، ولتحقيق ذلك فإن الأمر يتطلب ضرورة توحيد جهة الرقابة والإشراف على كافة العمليات.

وإذا كان ذلك من الصعب تحقيقه، فلابد على الأقل من الاهتمام بتنسيق العمليات طبقاً لخطة يومية مرنة بقدر المستطاع حتى يتسنى للمسئولين تعديل هذه الخطة ساعة بساعة حسب الظروف وفي الوقت المناسب.

أما بالنسبة للعمليات التي تجرى على مجموعة صغيرة من الأرصفة المخصصة للبضائع العامة، فإن الأمر يتطلب وجود منسق أو منظم يعمل طوال الوقت حيث يختص بوضع وتنفيذ الخطة اليومية للأرصفة وسير العمليات فيها، ويجب أن يتواجد بصفة مستمرة في ميدان العمليات لمراقبة تنفيذ الخطة واتخاذ القرارات السريعة التي يراها مناسبة بغية إجراء أي تغييرات تحتاجها ظروف العمل.

والمثال التالى يوضح لنا بعض الحالات التى تستوجب اتخاذ مثل هذه القرارات:

فى خلال الوقت المبكر من بداية العمل بالوردية كانت البضائع تفرغ من عنبر السفينة بمعدل ٢٠ طن فى الساعة ويجرى تنقل هذه البضائع إلى المخزن المسقوف بمعدل متناسق، ولذلك فإن الأداء المسجل لعملية تنقل البضائع من عنبر السفينة إلى المخزن هو ٢٠ طن فى الساعة.

وبعد مرور حوالى ساعة، تغيرت طبيعة البضائع التى يجرى تفريغها بحيث تطلب الأمر ضرورة تخزينها فى مخزن مختلف يقع على مسافة أبعد من المخزن الأول.

ونتيجة لهذه الزيادة فى مسافة التنقل، فقد انخفضت الطاقة الممكنة لدورة التنقل إلى نحو (١٠) أطنان فى الساعة ولم تعد الطاقة الممكنة لونش السفينة متناسقة مع عملية التنقل، لذا فإن هذا الثر سوف يمتد ليشمل الأداء العام لعملية التفريغ كلها بحيث يصبح معدل التفريغ هو (١٠) أطنان فى الساعة.

وفى خلال الفترة الأخيرة من الوردية حدث تغيير آخر فى طبيعة البضائع بحيث أصبح من الصعب الوصول إليها بداخل عنبر السفينة كما أصبح عمال الوردية الذين يعملون على ظهر السفينة بحاجة إلى المزيد من الوقت لتجهيز شحنات الرافعة.

كل ذلك أدى إلى تخفيض الطاقة الممكنة لعملية التفريغ إلى معدل (١٠) طن فى الساعة، ولكن بعد تعديل بسيط فى سير العمليـــات عادت فيه عملية

التشغيل إلى معدلها الأصلى كما كانت عليه فى بداية الوردية حين كانت الطاقة الممكنة (٢٠) طن فى الساعة، إلا أنه في خلال هذه الفترة الأخيرة من الوردية انخفض الأداء العام إلى (١٠) أطنان فى الساعة رغم أن عملية التفريغ هي التى تسببت فى حدوث هذا القصور.

وفى معظم الموانئ نجد أن تنظيم عمل الورديات سواء من ناحية تشغيل العدد الكافى من العمال فى كل وردية أو من ناحية الالتزام بقواعد صارمة لتحديد الحصة الكافية من الأجهزة لكل وردية، سيؤدى إلى ارتفاع معدل الأداء المسجل إلى ما يزيد قليلاً عن (١٠) أطنان فى الساعة/وردية وذلك فى خلال وقت عمل الوردية بالكامل.

أما إذا كان هناك منسق أو منظم لعمليات الرصيف وله سلطة اتخاذ القرارات المناسبة للعمل على ظهر السفينة أو على الرصيف أو فى المخازن، فإن هذا المنسق سوف يتخذ حتماً الإجراءات التى تؤدى إلى تحقيق معدلات كبيرة للأداء العام.

فمثلاً خلال فترة زيادة مسافة التنقل فإنه من الممكن استخدام عدد أكبر من وسائل التنقل لمواجهة هذه الزيادة فى المسافة وزيادة طاقة التنقل للمحافظة عليها، وقد يتم ذلك باستعارة شوكة رافعة متنقلة من إحدى ورديات التنقل بالأرصفة الأخرى بحيث لا تؤثر هذه الإعارة على سير العمل فيها، أو بدلاً من ذلك يمكن السماح باتخاذ منطقة احتياطية مؤقتة على الرصيف وخصوصاً إذا تنبأ المنسق بالحالة الأكثر صعوبة والتى ستحدث فيما بعد.

ويمكن أيضاً التغلب على بطء عملية التفريغ بزيادة عمل العمال في وردية التفريغ، ويبدو في الواقع أن تنقل العمالة بين السفينة والرصيف هي ابسط الوسائل لتخفيف عدم التوازن بين عملية التفريغ وبين عملية التنقل.

ومن الطبيعي أن يكون هناك العديد من الإجراءات التي يمكن أن تساعد على تخفيف هذه المشكلة، ولكن الأمر يتطلب أولاً وجود المنسق المدعم بالسلطة لاتخاذ القرارات المناسبة في هذا الشأن.

إن التنسيق الكامل الذي يشمل عمليات الرصيف كلها أمر ضروري للغاية، فهو يحقق الملائمة بين معدلات العمل مع بعضها البعض ساعة بساعة إذ أن ذلك أمر جوهري لزيادة الإنتاجية واستخدام الموارد المتاحة بشكلها الأمثل.

تخزين البضائع ونظام الاستلام والتسليم

التخزين Storage

١- الحاجة إلى مناطق التخزين أو المخازن

تقوم الموانئ بإنشاء مخازن أو سقائف للبضائع العابرة وتهيئة مناطق التخزين المكشوفة وذلك لتحقيق غرضين:

أ- تكوين مناطق احتياطية لتفريغ شحنات البضائع الواردة من السفينة وتخزينها في هذه المناطق لفترة محددة ثم تسليمها إلى أصحابها أو لاستلام الشحنات المزمع تصديرها ثم شحنها على السفينة.

ب- إتاحة الفرصة اللازمة لاتخاذ الإجراءات الإدارية والرسمية الخاصة بالبضائع الواردة والصادرة مثلاً كعملية التخليص الجمركي.

وسوف نشير إلى عملية مرور البضائع خلال مناطق التخزين بالميناء طبقاً لنظام الطريق غير المباشر، والبضائع التى تسلك هذا الطريق تقتضى تكاليف أعلى من تكاليف البضائع التى تسلك الطريق المباشر، وتتوقف عملية تخزين البضائع العابرة فى المخازن المكشوفة على مدى الحماية التى توفرها للبضائع؛ وبصفة عامة تخزن البضائع ذات القيمة العالية والبضائع المعرضة للتلف بفعل العوامل الجوية بمخازن مسقوفة، ومعظم الموانئ تهيئ هذه المخازن إلى جانب أرصفة البضائع العامة.

وفى الموانئ التى يقل فيها سقوط الأمطار، نجد أن المخازن المسقوفة تغطى حوالى ثلث الأرصفة، أما الثلثان الباقيان فتتوفر فيهما مناطق تخزين مكشوفة، وسواء كانت المنطقة التخزينية مسقوفة أم مكشوفة، فإن ذلك لا يؤثر على أسس تخزين البضائع فى الموانئ خلال المدى القصير، ولهذا فإننا سوف نطلق كلمة مخزن أو تخزين على أساس أن كل منهما تمثل المخازن المسقوفة ومناطق التخزين المكشوفة على السواء.

ويعتبر مفهوم المخزن كمنطقة عازلة للبضائع على جانب كبير من الأهمية إذ أن عملية العزل الفعالة تسمح بإجراء الأنشطة المتعلقة بدخول أو خروج البضائع أي استلام البضاعة فى المخزن وتسليمها منه بمعدلات تختلف يوماً بيوم أو ساعة بساعة، كما يسمح بتنفيذ كل من هاتين العمليتين بصورة مستقلة دون أن تؤثر إحداهما على الأخرى.

ونظراً للدور الذى يؤديه المخزن كمنطقة احتياطية، فيجب ألا يكون المخزن مليئاً بالبضائع فى اللحظة التى ستبدأ فيها عملية التفريغ لسفينة تحمل كميات

ضخمة من البضائع المفروض تخزينها فى هذا المخزن، ومن الطبيعى أنه كلما زاد عدد الأرصفة بالميناء ازداد عدد المخازن وبالتالى ازدادت أيضاً إمكانية إرساء السفن على مقربة من المخازن المناسبة، فمثلاً إذا كانت هناك سفينة تحمل كميات كبيرة من البضائع الواردة والمطلوب تخزينها، فسوف يكون من الأفضل إرساء هذه السفينة على رصيف ذو مخزن تتوفر فيه الفراغات الكافية لإيواء البضاعة، وسيكون من المصلحة فى هذه الحالة تعديل المبدأ القائل بأن من يأتى أولاً يخدم أولاً ليتناسب مع هذا الإجراء.

٣- الطاقة الممكنة للمخزن

طالما أمكننا تحديد الطاقة الممكنة لنظام تداول بضائع السفينة وطاقة نظام التنقل، ففى استطاعتنا أيضاً تحديد الطاقة الممكنة للمخزن وهي على النحو التالي: الطاقة الممكنة سنوياً = طاقة الاستيعاب للمخزن × عدد المرات المستخدمة فى السنة.

ولكن لسوء الحظ فإن كل طن من البضائع قد يختلف عن أطنان البضائع الأخرى، ولهذا فمن الضرورى أن نضع فى الاعتبار الأثر الذى يحدثه اختلاف هذه البضائع غير المتجانسة عند تخزينها بحيث يتم فصل هذه البضائع على الرصيف قبل أن تسلك طريقها المناسب إلى الساحات والسقائف المخصصة لها إذا ما دعت الضرورة.

وطاقة استيعاب المخزن المقدرة بالأطنان حساسة جداً بالنسبة لنوع أو طراز البضاعة المطلوب تخزينها، فهناك مثلاً البضاعة الكثيفة التى تكون عادة فى شكل شحنات ضخمة ولديها القابلية لتستيفها فوق بعضها على شكل رصات

مرتفعة حيث يكعب الطن الوزني منها عدداً اقل من حجمها بالأقدام المكعبة بعد تستيفها بينما تكون البضائع الأقل كثافة على شكل شحنات أو رسائل صغيرة وعلى درجة من القابلية للتهشم أو الكسر لا تسمح بتستيفها فوق بعضها البعض بالمخازن على شكل رصات مرتفعة.

وعلى سبيل المثال:

إن أكياس الأسمنت التي يكعب الطن الوزني منها (٤٨) قدم مكعب يمكن تستيفها بالمخازن إلى ارتفاع (١٢) قدم حيث يشغل الطن الواحد مساحة قدرها (٤) قدم مربعة، بينما كرتونات المواد الغذائية التي يكعب الطن الوزني منها (٩٦) قدم مكعب، فإنه يمكن تستيفها بالمخازن إلى ارتفاع (٦) أقدام فقط حيث يشغل الطن الواحد مساحة قدرها (١٦) قدماً مربعة.

ونتيجة لذلك فإن نفس المخزن يمكن أن يمتلئ إلى آخره عند تخزين ٢٠٠٠ طن من المواد الغذائية بينما يستوعب هذا المخزن ٥٠٠٠ طن من الأسمنت دون أن يكون ممتلئاً إلى آخره.

ولحسن الحظ فإن المخزن يستوعب عادة خليطاً من أنواع مختلفة من البضائع التي يتم تفريغها من سفن متعددة، ولهذا فإن معدل طاقة التخزين خلال فترة معينة تتناسب مع معدل عدم تجانس البضائع، فإذا افترضنا أن عدم التجانس لا يتغير كثيراً، فإنه من الممكن حساب معدل طاقة التخزين أو الاستيعاب في المدى الطويل لهذا الخليط من الأنواع المختلفة من البضائع وذلك على النحو التالي:

طاقة التخزين = (مساحة المخزن – الفراغات الضائعة المسموح بها) × ارتفاع التستيف / كثافة البضاعة

ويمكن تمثيلها بالمعادلة التالية:

ط خ = (س – ف) × ٤ / ك

حيث:

ط خ : طاقة التخزين للمخزن بالطن

س : مساحة المخزن بالمتر المربع

ف : مساحة الفراغات الضائعة المسموح بها بالمخزن بالمتر المربع

ع : ارتفاع تستيف البضائع بالمخزن بالمتر

ك : كثافة البضاعة المستفة بالمتر المكعب للطن الواحد.

تطبيق:

ما هي الطاقة التخزينية الممكنة لأحد المخازن إذا علمنا أن:

مساحة التخزين هي	٥٧٠٠ متر مربع
ارتفاع التستيف هو	٢ متر
كثافة البضاعة المستفة هي	٧٧ قدم مكعب للطن الواحد
الفراغات الضائعة المسموح بها هي	٢٠٪

نفترض أن (١) متر مكعب يساوى ٣٥,٣ قدم مكعب.

الحل:

الطاقة التخزينية = {٥٧٠٠ – [(٢٠ × ٥٧٠٠) ÷ ١٠٠]} × ٢ / ٧٧ = ٤٢٠٠ طن

وإذا أردنا تحديد الطاقة الممكنة لهذا المخزن، فإننا نحتاج أولاً إلى معرفة متوسط الوقت اللازم لمرور البضاعة بالمخزن أو بقائه فيها، فإذا فرضنا من تحليل الأوقات السابقة لمرور البضائع بالمخزن أنها تدل على أن متوسط هذه الأوقات هو (١٦) يوم، وهذا معناه أن متوسط عدد أيام المرور اللازمة هي (١٦) يوم وأن عدد مرات هذا المرور سنوياً لهذا المخزن هو = ٣٦٥ ÷ ١٦ = ٢٣ مرة.

إذن الطاقة الممكنة = طاقة استيعاب للمخزن × عدد المرات المستعملة بالسنة

إذن الطاقة الممكنة = ٤٢٠٠ × ٢٣ = ٩٦٠٠٠ طن سنوياً.

٣- الآثار المترتبة على عدم توفر الفراغات اللازمة للتخزين

يحدث التكدس في مناطق التخزين عندما تكون طاقة سحب البضائع من هذه المخازن أقل بكثير من طاقة دخول هذه البضائع إليها، وللتغلب على هذه الظاهرة يمكننا اللجوء إلى إحدى الحلول الآتية:

أ- التباطؤ في تفريغ السفينة.

ب- أن تسلك البضائع طريقاً آخر ذو تكلفة أكبر من الطرق العادية وذلك كأن يتم تفريغ البضائع في الصنادل ثم تفرغ من هذه الصنادل بعد فترة عندما يتوفر لها الفراغ المناسب في المخزن.

والبديل الأول يؤدى حتماً إلى زيادة زمن دورة عمليات السفينة، أما البديل الثاني فيؤدى حتماً إلى زيادة تكاليف تداول البضائع.

ومن الطبيعى ألا يجوز اللجوء إلى أي من هذين البديلين قبل التأكد من أن المخزن ملئ بالبضائع بنسبة ١٠٠٪.

وتؤثر المخازن الممتلئة بنسبة تزيد عن ٩٠٪ على معدلات تداول البضائع، ولهذا السبب -وكما رأينا من قبل- فليس من المستحسن تشغيل الأرصفة على أساس إشغال الرصيف بالسفن بنسبة ١٠٠٪.

كما أنه ليس من المرغوب فيه أيضاً تشغيل المخازن على أساس إشغالها بنسبة ١٠٠٪، ولهذه الغاية فإنه يجب الموازنة بين التكاليف اللازمة لاستخدام مخازن إضافية (بناء – استئجار) والآثار التى تنجم عن عدم توفر فراغات التخزين المطلوبة.

ويتوقف الحجم الأمثل للطاقة التخزينية الإضافية المطلوبة على عدة عوامل:

أ- كمية البضائع المطلوب تخزينها لكل سفينة.

ب- الزمن اللازم لمكوث البضائع فى المخازن.

ج- عدد الأرصفة المتوفرة فى الميناء.

ونتيجة للدراسات التطبيقية التى أجريت فى العديد من الموانئ، فقد تبين أن تكدس المخازن يؤدى حتماً إلى آثار ضارة تشمل مجمل الأداء فى الميناء فيما لو زادت الإنتاجية الفعلية للمخازن عن ٨٠٪ من طاقتها الممكنة سنوياً أي إذا وصلت إلى ٧٧٠٠٠ طن فى السنة بالنسبة لمثالنا السابق، وفى هذه الحالة فإن الضرورة تقتضى اتباع الآتى:

أ- إما تحسين وزيادة الطاقة التخزينية.

ب- وإما إنقاص الزمن اللازم لمكوث البضائع العابرة فى المخازن.

ج- وإما اتباع الطريقتين معاً.

٤- العوامل المؤثرة فى الطاقة التخزينية

تتوقف الطاقة التخزينية بالنسبة للبضائع غير المتجانسة بصفة أساسية على مدى مهارة وخبرة أمين المستودع وإلى مدى الصلاحيات التى يتمتع بها، وفى معظم الموانئ يمكن استخدام الفراغات المستخدمة فى التخزين بطريقة فعالة وذلك باتباع ما يلى:

أ- استخدام خطة لتنظيم وترتيب المخزن وبحيث تسمح بوضوح الفسحات بين الأعمدة والممرات.

ب- وضع قواعد واضحة للعمل وخاصة عند تحديد ارتفاع التستيف ومدى العناية الواجبة أثناء رص أو تستيف البضائع طبقاً لأي ظروف أو أي شروط.

ج- تحديد الحاجة لاستخدام المنصات اللازمة لشحن البضائع وفصلها لتستيفها فى المكان المعد للتخزين وكذلك تحديد المكان الذى توضع فيه كل من البضائع السريعة التسليم أو البضائع البطيئة التسليم.

د- تنظيم وتنسيق أماكن ومواقع تخزين الشحنات بشكل مبسط.

هـ- استخدام معدلات جيدة لإجراء عمليات تداول البضائع أو تستيفها.

و- استخدام عدد كاف من عمال المخازن يتناسب مع حجم عمليات الرصيف والتأكد من أن حركة البضائع لن تتعرض للتباطؤ بسبب النقص فى وجود الكتبة العدادين Tallymen أو الفرازين Sorters.

ويجب أن يدرك مديرو الموانئ أن العمليات فى مخازن البضائع العابرة بالموانئ هي أكثر صعوبة من عمليات المخازن العادية، إذ تتطلب إدارة قوية على درجة كبيرة من الكفاءة، كما يجب أن يكون التخطيط المخزنى صورة معبرة عن آخر البيانات للبضائع المتوقع تداولها وذلك مع الأخذ فى الاعتبار الاختلاف الواسع فى خصائص هذه الأنواع المختلفة من البضائع ثم العناية الكافية بالرقابة على ورديات العمل وعمليات فرز وتجميع البضائع استعداداً لتسليمها، وهذه العمليات كلها تدخل ضمن نطاق عمليات الموانئ التى تؤثر فى رفع كفاءة التشغيل لو أحسن تنظيم هذه المتطلبات.

٥- العوامل المؤثرة فى تحديد الزمن اللازم لبقاء البضائع فى المخازن

من أهم العوامل التى تؤثر على الطاقة الممكنة للمخازن هو مدى الفترة الزمنية اللازمة لبقاء البضائع بالمخازن، ويمكن تقدير هذا الزمن أو قياسه على أساس حساب الزمن اللازم لشحنة من البضائع، ولكن هذا التقدير لا يكفى لأنه سيؤدى إلى قياس متوسط زمن التخزين ولهذا فإنه يجب أيضاً تحديد كيفية توزيع زمن بقاء البضائع على مدار السنة.

وتميل البضائع الواردة إلى قضاء وقت بالمخازن أطول من الوقت الذى تقضيه البضائع الصادرة، والنموذج المعتاد لأوقات التخزين مبين فى الشكل رقم (   )، ولهذا فإننا نجد أن معظم المستلمين Consignees يسحبون بضائعهم من المخزن فى الأسبوعين الأولين، إلا أن قسماً كبيراً من البضائع يبقى بالمخزن لمدة ثلاثة أسابيع بينما آخر الشحنات تسلم عادة بعد انقضاء ستة أسابيع أو أكثر.

شكل (٤٧)

توزيع زمن بقاء البضائع فى مخازن الترانزيت



وفي بعض الموانئ تبدو الحالة أسوأ بكثير مما ذكرنا، إذ أن العادات المحلية المتبعة في التجارة هي التى تحدد سرعة سحب البضائع من المخازن، كما يجب إيجاد الحل المناسب للشحنات البطيئة التسليم التى يجرى تسليمها في الأسابيع ٣، ٤، ٥، ٦، ...إلخ، كما يجب أيضاً تحديد البضائع التى تقضى بالمخزن وقتاً أطول من ضعف الوقت المتوسط، وقد يكون هذا ناتج عن بطء في استلام البضائع من قبل أصحابها أو قد يرجع إلى كثرة وصعوبة الإجراءات الجمركية بالنسبة لنوع معين من البضائع.

وقد تكون هناك أسباب كثيرة أخرى أهمها:

أ- التأخير بسبب الإجراءات الجمركية، ويشمل هذا التأخير الآتى:

- تأخير مستلم البضاعة أو وكيله عن دفع أو إيداع الرسوم الجمركية.
- التأخير بسبب الفحص المادى للبضاعة والذى قد ترى الجمارك ضرورة إجرائه.
- تأخير بسبب المنازعات التى قد تنشأ بين مستلم البضاعة والسلطات الجمركية حول تحديد الرسوم المطلوب دفعها، ويمكن تسوية مثل هذه المشاكل بصفة منتظمة عن طريق اللقاءات والاجتماعات التى تعقد بين سلطة الميناء وسلطة الجمارك والوكلاء الملاحيين حيث تؤدى هذه اللقاءات إلى التقليل من تأخير الإجراءات الجمركية.

ب- تباطؤ المستلمين في استلام بضائعهم فوراً، ففي أغلب الموانئ هناك فترة قصيرة مجانية لبقاء البضائع في المخازن محددة بأسبوع واحد تكون فيها البضائع المفرغة والمشحونة غير خاضعة لرسوم التخزين، ولكن بعد انقضاء تلك الفترة المجانية يبدأ سريان فرض الرسوم على

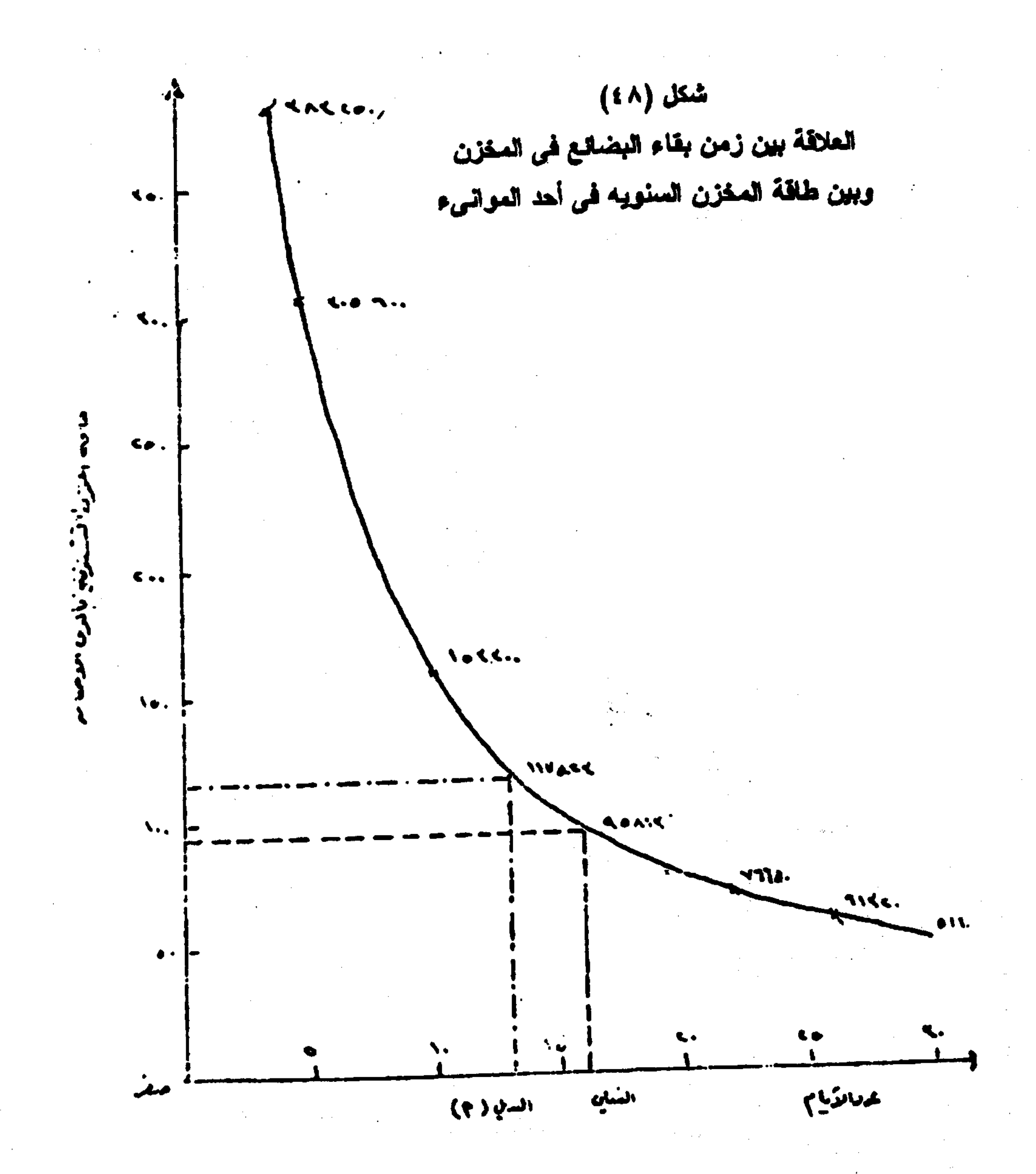
هذه البضائع حيث تزداد هذه الرسوم عن كل أسبوع إضافى تترك فيه البضائع بدون استلام.

وأحد الأسباب التى يرجع إليها تباطؤ المستلمين فى سحب بضائعهم فوراً هو أن مقدار رسوم التخزين بالميناء أقل مما يدفعه المستلمون عند تخزين بضائعهم فى مكان آخر على اعتبار أن التخزين بالميناء فى هذه الحالة هو أرخص من التخزين بالمخازن الأخرى خارج الميناء.

وهذه البضائع التى يجرى تسليمها فوراً تسبب تخفيض طاقة المخازن وخاصة بالنسبة لبضائع السفن التالية القادمة إلى الميناء حيث تؤدى بالتالى إلى تخفيض الإنتاجية الممكنة للأرصفة، وفى هذه الحالة تضطر سلطة الميناء أن تتحمل تكاليف إضافية للتغلب على هذه الظاهرة (شكل)، فإذا حدث تباطؤ فى سحب البضائع من مخازن الميناء وهو غالباً ما يحدث فى كثير من الموانئ، فإن على سلطات الميناء عندئذ تحديد رسوم التخزين بطريقة لا تشجع مستلمى البضائع على استخدام مخازن الميناء كوسيلة رخيصة لتخزين بضائعهم.

٦- استخدام المخزن المركزى

فى حالات التكدس فهناك طريقة لزيادة فراغات التخزين بالميناء وذلك باستخدام مستودع مركزى يمكن أن تنتقل إليه البضائع من مخزن المرور (الترانزيت)، ولهذه الطريقة مزايا متعددة منها:



شكل (٤٨)

العلاقة بين زمن بقاء البضائع فى المخزن وبين طاقة المخزن السنويه فى أحد الموانىء

أ- تحريك البضائع من أي رصيف تتعرض فيه الحركة للاختناق وذلك للحفاظ على الطاقة الإضافية المطلوبة للرصيف عند أقل حد ممكن.

ب- تحريك البضائع بين مخازن الترانزيت والمستودع خلال فترات الركود المؤقت فى الطلب على العمال، وفى هذه الحالة فإن التكاليف ستكون أقل مما هي عليه فى الحالة الأولى وهي تحريك البضائع من السفينة إلى المخزن المركزى.

ج- اختيار موقع المستودع فى منطقة يمكن الوصول إليها بسهولة وبأقل تكاليف ممكنة.

د- تهيئة المستودع لاستيعاب البضائع التى يستمر بقاؤها تحت التخزين لمدة طويلة، وتتكون هذه البضائع عادة من شحنات سيئة الحالة والتى لا يجب تخزينها على حساب الفراغ المتوفر فى مخزن الترانزيت.

هـ- يمكن تعيين جهة خاصة ذات صلاحيات فعالة مهمتها بيع البضائع غير المرغوب فيها بالمزاد العلنى أو إهلاكها، وهذا الإجراء هام جداً مع التنويه إلى ضرورة وضع تعريفة مناسبة للتخزين بالمستودع منعاً لتكرار حالات التكدس التى قد تظهر ثانية بالمستودع.

و- تنظيم الأمن بالمستودع بطريقة أفضل مما هو متبع فى مخزن الترانزيت لكون الأخير يظل مفتوحاً ليلاً ونهاراً لخدمة السفن والعربات القادمة للشحن أو التفريغ.

ومن المرجح أن تكون هذه المميزات فى حد ذاتها أكثر تكلفة مما هو مطلوب لموازنة التكاليف الإضافية التى تتطلبها المناولة المزدوجة Double Handling لجزء معين من البضائع.

نظام التسليم Delivery System

يشتمل نظام التسليم على الطرق المتبعة لخروج البضائع من المخازن وتسليمها إلى أصحابها بحيث تتلائم طاقة التسليم مع كافة مراحل عمليات الرصيف، ويمكن الحصول على الطاقة الممكنة لنظام التسليم بالنسبة لكل منطقة تخزين من المعادلة الآتية:

$$ط_{ى} = ت \times ع \times م \times س$$

حيث:

- ط ى : الطاقة الممكنة للتسليم فى اليوم
- ت : عدد مراكز التسليم
- ع : عدد جماعة العمال (البروت) اللازم لكل مركز تسليم خاص
- م : مردود مركز التسليم فى الساعة
- س : عدد الساعات المخصصة للتسليم فى اليوم.

وعلى الرغم من أن الطاقة الممكنة لنظام التسليم فى المدى الطويل تعتبر بمثابة مؤشر مفيد لحدوث أي خطأ فى التنسيق مع طاقة نظام التخزين، إلا أنه من الأفضل إجراء مقارنة بين الطلب الفعلى على التسليم وبين أداء التسليم.

فإذا فرضنا أن المقارنة فى المدى الطويل تدل على وجود تباطؤ كبير فى نظام التسليم ينتج عنه زيادة زمن مكوث البضائع فى المخازن، فإننا لا

نستطيع أن نرجع ذلك إلى طاقة نظام التسليم فحسب، بل قد يرجع ذلك أيضاً إلى عدة أسباب منه إعداد الوثائق والأوراق الرسمية أو نظم التجارة مما قد ينتج عنه إعاقة سحب البضائع فى موعد مبكر.

وقد يتم تسليم البضائع مباشرة عن طريق أنظمة السحب المباشرة وهي إما أن تكون:

أ- مباشرة إلى أو من السكة الحديد.

ب- مباشرة إلى أو من اللورى (عربات النقل).

ج- مباشرة إلى أو من الصنادل.

وفى الغالب فإن هذه الأنظمة تكون تحت إدارة خارجية بعيدة عن سلطات الميناء، ومن البديهى أن التحليل النهائى لأداء هذه الأنظمة المباشرة يؤدى إلى تحديد الطاقة التى غالباً ما تكون أقرب إلى الطاقة الممكنة، ومن السهل الحصول على الأداء الفعلى للشحن أو التفريغ المباشر فى الميناء من خلال البيانات الإحصائية المقدمة.

ويمكن إجراء البحوث العملية لتحديد الطاقة الممكنة لهذه الأنظمة فى المدى البعيد بشكل أدق فى الموانئ التى يوجد بها نظام داخلى للسكك الحديدية على اعتبار أن سلطات الميناء فى هذه الحالة هي فى وضع أفضل لمراقبة أداء نظام السكك الحديدية الداخلى وإعادة تقدير فوائده.

ومن الصعب تحديد الطاقة الممكنة لأنظمة السحب المباشر باللوارى أو الصنادل إلا أنه يستحسن القيام بدراسة تفصيلية لكل مجموعة من هذه الأنظمة إذا تبين لنا أن هناك اختناق فى أحدها.

تطبيق

يوجد فى إحدى قطاعات الميناء ثلاثة سقائف ترانزيت طول وعرض كل سقيفة على التوالى هو ٨٠ و٤٠ متر خصصت منها ١٠٪ لبناء المكاتب داخل هذه السقائف و٢٥٪ من الباقى خصصت للممرات داخل هذه السقائف، و٢٠ ٪ من الباقى خصصت لفرز البضائع وإجراءات الجمارك.

إن الإنتاجية السنوية للبضائع العامة المارة خلال هذه السقائف هي ١٢٠,٠٠٠ طن، ومن المتوقع زيادة هذه الإنتاجية بنسبة ٢٥٪ خلال السنتين القادمتين، إلا أن مشكلة التكدس فى هذه المخازن تزداد تفاقماً، والمطلوب هنا: ما هي الخطوات اللازمة للتغلب على هذه المشكلة عندما تزداد فعلاً هذه الإنتاجية خلال السنتين القادمتين إذا علمت أن:

الفراغات الضائعة المسموح بها هي	٢٠٪
معدل ارتفاع تستيف البضائع فى السقائف هو	٢ متر
معدل كثافة البضائع هو	٧١ قدم مكعب/للطن الواحد
معدل فترة بقاء البضائع فى هذه السقائف	١٤ يوم

الحل:

المساحة الكلية لسقائف العبور الثلاثة هي:

٣ × ٨٠ × ٤٠ = ٩٦٠٠ متر مربع

المساحة الكلية اللازمة لتخزين البضائع هي:

$$٩٦٠٠ \times \frac{٧٥}{١٠٠} \times \frac{٩٠}{١٠٠} = ٦٤٨٠ \text{ متر مربع}$$

طاقة الاستيعاب لهذه السقائف هي:

$$٦٤٨٠ \times \frac{٨٠}{١٠٠} \times \frac{٢}{٧١} = ٥٢٠٠ \text{ متر مربع}$$

وذلك على افتراض أن المتر المكعب = ٣٥,٣ قدم مكعب.

إذن الطاقة الممكنة لهذه السقائف = ٥٢٠٠ × ٢٦ = ١٣٥,٠٠٠ طن سنوياً على اعتبار أن مدة بقاء البضائع فى هذه السقائف هي (١٤) يوم وأن عدد مرات مرورها بالسقائف هي:

$$\frac{٣٦٥}{١٤} = ٢٦ \text{ مرة}$$

إذن الطاقة المستخدمة فعلياً لهذه السقائف بعد استقطاع المساحة المخصصة لعملية فرز البضائع هي:

$$١٣٥٠٠٠ \times \frac{٨٠}{١٠٠} = ١٠٨٠٠٠ \text{ طن سنوياً}$$

وعندما ترتفع الإنتاجية إلى ١٥٠,٠٠٠ خلال السنتين القادمتين، فإن الخطوات اللازمة للتغلب على هذه الزيادة هي:

أ- إما زيادة طاقة الاستيعاب لهذه السقائف بنسبة ٣٩٪.

ب- أو إنقاص المدة اللازمة لبقاء البضائع فى هذه السقائف بمعدل ٢٨٪ أي بمعد ٢-٣ يوم.

مؤشرات الأداء Performance Indicators

الحاجة إلى مؤشرات الأداء

إن إدارة الموانئ بحاجة ماسة لمعرفة ما إذا كانت الخدمات التى تقدم إلى عملائهم وإلى الطريقة التى يستخدمون بها مواردهم المتاحة لتأمين هذه الخدمات تسير نحو الأفضل أم نحو الأسوأ بحيث يمكن لهذه الإدارة على ضوء النتائج المبينة تعديل خطة التشغيل فى الميناء أو تغيير الأنظمة المتبعة فيه وذلك فيما يتعلق بحجم الخدمات أو التسهيلات المقدمة على الأرصفة.

وبإمكان الخبراء المتخصصين إجراء مقارنات صحيحة بين ميناء معين وبين الموانئ الأخرى المألوفة لديهم لمعرفة مدى الحاجة إلى تحسين السياسات والخدمات المطبقة فى موانيهم.

وتعتبر مؤشرات الأداء أفضل وسيلة لتأمين هذه الاحتياجات المختلفة، فهناك الكثير من هذه المؤشرات، ولكن بالطبع لا يمكن الاكتفاء بمؤشر واحد أو رسم بيانى واحد لأن عمليات التشغيل فى الميناء بالغة التعقيد ولذلك فهي بحاجة مستمرة لمجموعة كبيرة من هذه المؤشرات؛ ومن الطبيعى أن تكون نفس المؤشرات صالحة لجميع الأغراض المطلوبة ولكن بالتأكيد هناك اختلافات واضحة ولذا يجب على المدير أو المخطط أو الخبير أن يكـــــون

قادراً على اختيار مؤشرات الأداء التى يراها أكثر فائدة من المجموعات الكاملة الأخرى.

وعند تقدير أداء ما فإنه لا يمكن التحرى عن كل شئ بالتفصيل لأن هناك العديد من المواقع أو النقاط التى يمكن مراقبتها، وبالتالى فإن استخدام مجموعة رئيسية من المؤشرات هي التى ستتيح لنا مجالاً واسعاً لهذا التقدير كما تؤدى إلى ملاحظة النقاط والمواقع التى تحوى انحرافات خطيرة فى مجرى أداء العمليات.

ويمكن فحص هذه النقاط بصورة دقيقة حتى نتمكن من تقصى أسباب حدوث مثل هذه الانحرافات وذلك باستخدام مجموعة ثانوية من المؤشرات بحيث ترتبط حسابياً مع المؤشرات الرئيسية على أساس نفس مصادر المعلومات المستقاة.

المقارنة بين الموانئ ومعدلاتها

عند إجراء المقارنة بين الموانئ ومعدلاتها فإنه يمكننا استخدام المؤشرات بطريقة مستمرة أو استخدامها عند تقدير موقع أو نقطة معينة خلال فترة معينة، وكل طريقة من هاتين الطريقتين تحققان أغراضاً مختلفة، فالمؤشرات المستمرة تستخدم لتقدير مجريات الأمور داخل الميناء، وتكون خاصة به وحده، فإذا دلت هذه المؤشرات على أن الأداء يزداد سوءاً، فإن الوضع فى هذا الميناء سيصبح صعباً مهما قورن بغيره من الموانئ الأخرى؛ والمعايير أو المعدلات الخاصة بميناء معين تكون مقتصرة على هذا الميناء وحده لأنها تضع فى الاعتبار الظروف والملامح العامـــة لهذا الميناء كالأجهزة والمعدات

والاستثمارات والموقع الجغرافي وحركة السفن والبضائع وغير ذلك من الخصائص الذاتية للميناء والتي لا تتغير إلا ببطء شديد أو قد لا تتغير على الإطلاق.

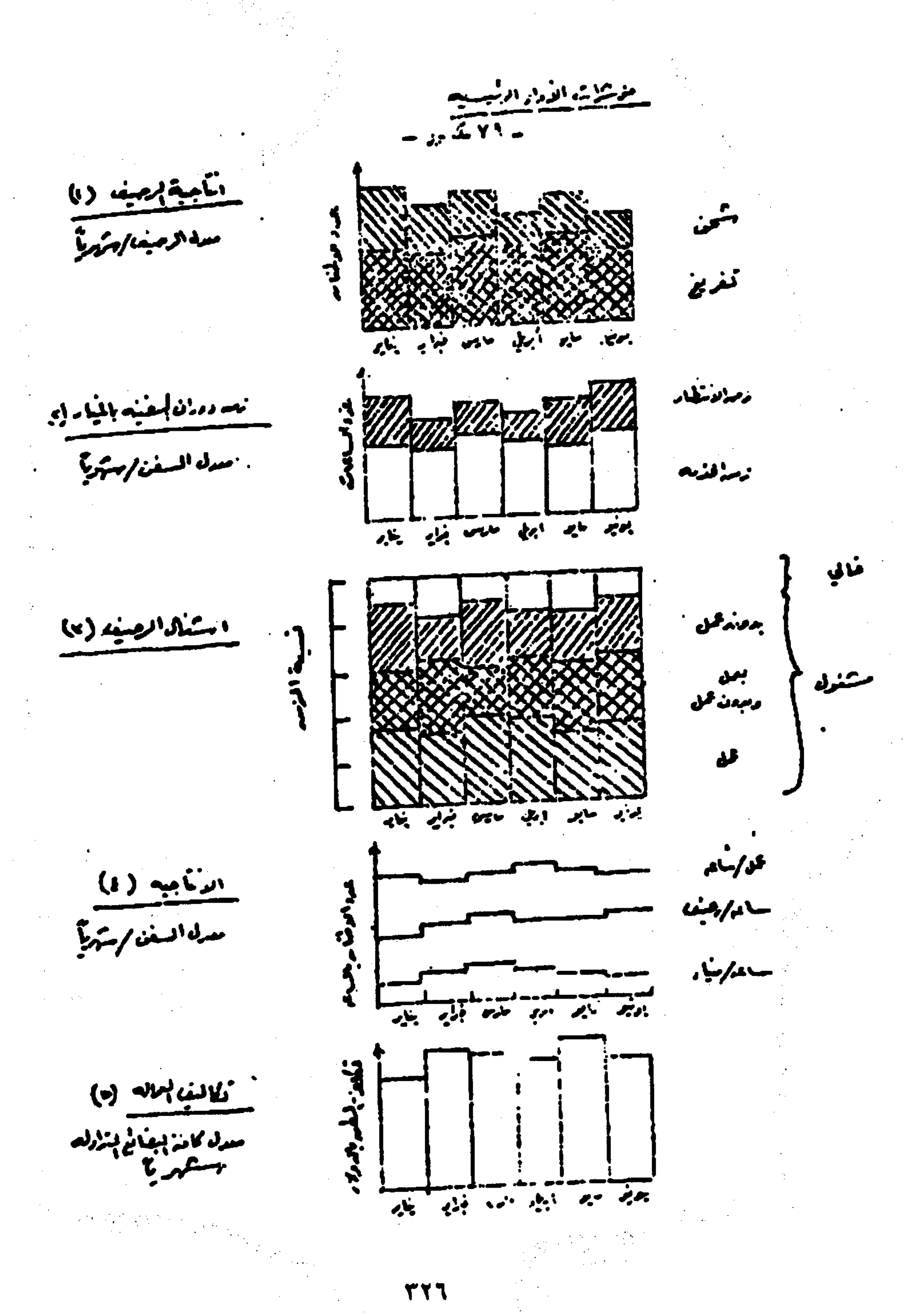
ويعتبر المؤشر المراد به تقدير غرض معين صورة معبرة عن أداء الميناء في خلال الفترة المعينة لهذا التقدير أي منذ اتخاذ قرار معين وحتى حدوث أي خلل في الأداء إن وجد، ويجب على الخبير المنوط إليه فحص الحالة وتقديرها أن يستخدم قدراته وخبراته التي اكتسبها من دراسة الموانئ الأخرى وذلك بإجراء المقارنات اللازمة لفحص هذا المؤشر.

وبالطبع فإن لدى الخبير المبادئ والمعدلات الإحصائية الخاصة بهذا الميناء، إلا أن هذه المعدلات سوف لا يكون لها معنى إذا لم توضع في الاعتبار عوامل كثيرة مختلفة مثل نوع البضاعة وطرازها، ولذلك فإنه لابد من معرفة بعض الحقائق الإضافية على الرغم من أن مجموعة مؤشرات الأرصفة سوف تعطيه الانطباع الأول.

ما هي مؤشرات الأداء الرئيسية؟

توجد مجموعة مقترحة من مؤشرات الأداء الرئيسية تقدم شهرياً في كل ميناء على شكل رسوم بيانية عددها خمسة أشكال، وكل رسم منها يتضمن عدة مقاييس وتقديرات لكافة العمليات على جانب كبير من الأهمية (شكل ٤٩) وهي:

شكل (٤٩)



أولاً: مؤشرات إنتاجية الرصيف Berth Throughout Indicators

يمكن التعبير عن الشحنات التى تمثل إنتاجية الرصيف بعدة طرق مختلفة، إلا أن أكثر هذه الطرق صلاحية هو الطريقة المتبعة طبقاً للمؤشر الرئيسى والمؤشرات الثانوية الآتية:

الشحنات المتداولة للرصيف الواحد

يمكن تحديد الشحنات المتداولة للرصيف الواحد على أساس الكميات الإجمالية التى تم تفريغها وشحنها من وإلى جميع السفن والصنادل التى ربطت إلى جانب مجموعة الأرصفة ثم قيمتها على عدد المراسى الداخلية ضمن المجموعة، ويتضمن هذا التحديد أيضاً الشحنات التى تمت عملياتها على الرصيف ذاته، أما الشحنات التى تتم عملياتها من السفن ذات الرسو المزدوج Double Banked أي التى ترتبط بسفن أخرى راسية إلى جانب الرصيف ذاته Abreast، فإنها ليست مشغولة بهذا التحديد لكونها تتم دون الاستعانة بتسهيلات الرصيف.

ويجب أن تكون الأرصفة التى تتضمنها المجموعة متجاورة ومتقاربة، فالتخصصات والصفات العامة مثل أرصفة البضائع العامة أو الصب أو الحاويات ...إلخ وبدون الخلط بينها.

أما من الناحية الوزنية، فإن الشحنات تقدر على أساس الطن المترى (١٠٠٠ كجم)، ويجب إعداد الرسم البيانى بصفة شهرية وبصفة سنوية أيضاً، أما بالنسبة لإعداد الرسم البيانى أسبوعياً، فإن التقلبات المختلفة التى تحدث من سفينة إلى أخرى سوف تطغى على التقلبات الحقيقية للأداء.

وهناك فى الحقيقة عدد آخر من المؤشرات الثانوية والتى يمكننا استخدامها لتقصى أسباب حدوث أي مستويات غير طبيعية للشحنات المتداولة وهي:

١- الشحنات المتداولة لكل متر من الرصيف

يمكن الحصول عليها بتقسيم الشحنات الإجمالية المتداولة على الرصيف على متوسط طول الرصيف ضمن المجموعة، أو بطريقة أخرى تؤدى إلى نفس النتيجة وهي أن تقسم الشحنات الإجمالية على إجمالى أطوال الأرصفة ضمن المجموعة.

٢- الإنتاجية التى تتم على الرصيف

كما هو الحال فى الفقرة السابقة رقم (١) ولكن تستبعد كافة الشحنات التى تتم عملياتها من ناحية البحر، والمقصود هنا الشحنات التى تمر مباشرة عبر جدار الرصيف ذاته فى كلا الاتجاهين من وإلى أي سفينة ليست راسية إلى هذا الرصيف أو أي صندل، ويعتبر هذا مفيداً لمعرفة مدى التشغيل الذى يتم من أي سفينة من ناحية البحر وتأثيره على العمليات الكلية بالأرقام.

وبصفة عامة لا يمكن تجنب التشغيل من ناحية البحر باستثناء التفريغ المباشر على الصنادل والذى يعتبر مناولة مزدوجة تترتب عليها تكاليف إضافية.

٣- الإنتاجية التى تتم على الرصيف لكل متر من الرصيف

يتم الحصول على مثل هذه الإنتاجية وذلك بقسمة الإنتاجية التى تتم على الرصيف على متوسط طول الرصيف، كما يستخدم أيضاً بالنسبة لكل مجموعة

من مجموعات الأرصفة مؤشر إضافي يعتبر كحلقة مفيدة للربط بين هذه المؤشرات السابق بيانها والمؤشر المستخدم فى تفسير الاختلافات والفروق.

٤- يمكن معرفة ما إذا كانت ثمة تغيرات قد تطرأ على أطول السفن بحيث تؤدى إلى التأثير على تصميمات الأرصفة فى المستقبل وذلك بمراقبة العلاقة بين متوسط طول السفينة ومتوسط طول الرصيف سنة بعد أخرى.

ثانياً: المؤشرات الخاصة بزمن دوران السفينة

الزمن الإجمالى اللازم لبقاء السفينة فى الميناء

يحاول كل من ملاك السفن من جهة وسلطات الميناء من جهة أخرى تقدير مدى جودة الخدمة التى تقدم للسفن فى الميناء، والمؤشر الأولى لهذا التقدير هو الزمن الإجمالى اللازم لدوران السفينة فى الميناء.

أما فيما يتعلق بالمالك، فإن اهتمامه ينحصر بالوقت المطلق الذى تستغرقه السفينة فى الميناء بينما لا تمثل النسبة بين زمن الانتظار وزمن الخدمة أي فائدة هامة بالنسبة للمالك، فعلى سبيل المثال إذا كان هناك ميناءان تتساوى فيهما النسبة بين زمن الانتظار وزمن الخدمة، فهذا لا يعنى أن الزمن الإجمالى لدوران السفينة فى الميناءين متساويان بل العكس تماماً حيث يكون هناك تفاوتاً كبيراً بينهما.

ولهذا فمن الأفضل اعتبار زمن الانتظار وزمن الخدمة مؤشرين منفصلين، ولا داعى لإيجاد النسبة فيما بينهما إذ أن هناك اختلافات كبيرة بين اقتصاديات تشغيل السفن المختلفة وبين اقتصاديات تشغيل الموانئ مما يؤكد أن النسبة

بين زمن الانتظار وبين زمن الخدمة أمر لا يمكن الاعتماد عليه باعتباره قليل الفائدة وذو معنى محدود، ومع ذلك وعلى الرغم من ذلك كله، فإنه من المناسب توضيح زمن الانتظار وزمن الخدمة وتثبيتها فى الرسم البيانى، وفيما يلى التعريف الخاص لهذين المؤشرين.

١- زمن الانتظار

هو متوسط المدة التى تقضيها السفينة من ساعة وصولها إلى الميناء وحتى وقت رسوها إلى جانب الرصيف الذى تجرى عليه عمليات تداول البضائع.

٢- زمن الخدمة

هو الزمن الإجمالى الذى تقضيه السفينة على الرصيف بما فى ذلك وقت الأعطال Idol Time، ويشمل ذلك الفترة التى يسمح فيها للسفن بأن تبقى على الرصيف بناءاً على طلبها بغرض الإصلاح إلى أن تغادر الرصيف، وفى هذه الحالة يجب فحص الوقت الذى تقضيه السفينة مربوطة على الرصيف بدون عمل Laying Time، ويجب حساب كل من هذين المؤشرين بنفس الوحدة الزمنية المستخدمة فى قياس كل مؤشر سواء كان ذلك الحساب بالساعات أو الأيام، إلا أنه من المفضل الحساب بالساعات، كما يجب حساب كل من هذين الوقتين بالنسبة للسفن التى تقصد استخدام نفس المجموعة المعينة من الأرصفة فقط وذلك على الرغم من أن مؤشر وقت الانتظار قد يكون متأثراً إلى حد كبير بحالة الأداء التى تكون عليها مجموعة الأرصفة.

ثالثاً: المؤشرات الخاصة بإشغال الرصيف

يعتبر إشغال الرصيف بحد ذاته أساساً بالغ الخطورة عند اتخاذ القرار للسببين الآتيين:

١. إن ارتفاع معدل إشغال الرصيف قد يكون أمراً حسناً وقد يكون أمراً سيئاً، ففي الحالة الأولى عندما تكون السفن قد رست فعلاً على الرصيف لأنها ترغب في ذلك حيث تدفع الرسوم المقررة مقابل هذا الرسو وليس هناك مانعاً من إطالة هذه الفترة طالما أنه ليس هناك سفن أخرى تنتظر إخلاء الرصيف، أما في الحالة الثانية فإنه عندما لا تتوفر المرونة الكافية لاستخدام الرصيف المناسب للسفينة المناسبة نظراً لوجود صف طويل من السفن المنتظرة باستمرار.

٢. إن انخفاض معدل إشغال الرصيف قد يكون نتيجة لاتباع سياسة حسنة في التشغيل أو نتيجة لاتباع سياسة سيئة، في الحالة الأولى يكون انخفاض معدل الإشغال راجعاً إلى سرعة العمليات، أما في الحالة الثانية فإن الانخفاض يعود سببه إلى التكاليف المرتفعة في الميناء والتي تشجع السفن للجوء إلى ميناء آخر.

وأفضل مؤشر رئيسي يسمح لنا بتقدير مستوى الطلب على مجموعة من الأرصفة هو:

المعدل الإجمالي لإشغال الرصيف

هو العدد الإجمالي لساعات إشغال الأرصفة بالسفن أو بمجموعة من الصنادل تعادل طول هذه السفن مقسوماً على إجمالي عدد الساعات (٢٤ ساعة كل يوم و٧ أيام للأسبوع) وعلى عدد الأرصفة في المجموعة، فمثلاً نفترض أن لدى

المجموعة في ميناء ما ثلاثة أرصفة وأن فترة بقاء السفينتين على الرصيف الأول والثاني هو خمسة أيام وأن بقاء السفينة الراسية على الرصيف الثالث هو ثلاثة أيام، لذا فإن معدل إشغال الأرصفة سيكون كالآتي:

بالنسبة للرصيف الأول والثاني   ٥ × ٢ = ١٠ أيام
بالنسبة للرصيف الثالث   ٣ × ١ = ٣ أيام
المجموع   ١٣ يوم × ٢٤ ساعة = ٣٣٢ ساعة
إن عدد إجمالي الساعات خلال الأسبوع = ٧ × ٢٤ = ١٦٨ ساعة
إذن المعدل الإجمالي لإشغال الرصيف في المجموعة = ٣٣٢ ÷ ١٦٨ = ٢
وهو الذي يقسم على عدد الأرصفة أي ٢ ÷ ٣ = ٠,٦٦ أي بنسبة ٦٦٪.

ويوضح لنا الرسم البياني في الشكل (   ) والخاص بإشغال الرصيف أنه في الشهر الأول تبلغ نسبة مجموع إشغال الأرصفة مقدار ٨٥٪، كما يوضح لنا الشكل بعض المؤشرات الثانوية المعبر عنها بالنسبة المئوية لمجموع الأوقات الآتية:

١. عدد الساعات الفعلية التي تقضيها السفن على الرصيف.
٢. عدد ساعات التوقف التي تقضيها السفن على الرصيف أثناء ساعات العمل العادية.
٣. عدد ساعات التوقف التي تقضيها السفن على الرصيف خارج ساعات العمل العادية.

وكما ذكرنا سابقاً أن بعض الأرصفة الخاصة بتداول البضائع قد تقاس من إشغالها فعلياً بسفن ليست مخصصة لهذا الرصيف مثلاً (سفن الركاب، عبارات السيارات، العبارات البحرية،السفن القادمة للتزود بالوقود أو للإصلاح، السفن الصب التي تستخدم رصيف البضائع المخصص لبضائع الصب المجزأ ...إلخ).

هذا الإشغال المزيف للرصيف يشوه العلاقة بين إشغال الرصيف وعدد الأطنان للبضائع المتداولة، وعندما تصبح هذه الظاهرة حقيقة واقعة فإنه يجب تسجيل هذا بصورة منفصلة طبقاً للمؤشر الآتي:

٤. عدد الساعات التي تقضيها السفن على الأرصفة لغير الأسباب التي تتطلبها عمليات الشحن والتفريغ، ويجب بالطبع تسجيل هذه الساعات بالإضافة إلى الرسم الرئيسي، أما إذا ثبت ذلك فعلاً فيجب تسجيله بشكل منفصل.

رابعاً: المؤشرات الخاصة بإنتاجية السفن

تعتبر السرعة التي تتم بها عمليات السفينة معياراً هاماً لقياس الأداء، فهناك العديد من المؤشرات الرئيسية لهذا الغرض، ولكن اتفق على أن عدد الأطنان في ساعة العمل هو أوضح مؤشر لكفاءة تداول البضائع على الأرصفة، ويقصد بذلك الشحنات الإجمالية لكافة جماعات العمال (البروت) على أن يوضع في الاعتبار كل من تكثيف عمل البروت وإنتاجية كل برت في الساعة وعلى هذا يكون المؤشر الرئيسي هو:

عدد الأطنان لكل ساعة من ساعات تشغيل السفينة

هو متوسط عدد الأطنان المفرغة والمشحونة لكل سفينة مقسوماً على عدد الساعات التى تقضيها كل سفينة فى هذا الشحن والتفريغ.

وهناك مؤشرات ثانوية تتضمن نفس المعنى والمضمون ويمكن إدراجها فى نفس الرقم إلى نفس الرسم البيانى، ولكنهم هنا يكونوا ذو فائدة قليلة نسبياً إذ تقدم هذه المؤشرات المعلومات والبيانات التى يمكن استنتاجها من المؤشرات (الثانى أ/١ والثالث أ/١ – أ/٣) وهذه المؤشرات الثانوية هي:

١- عدد الأطنان لكل ساعة تقضيها السفينة على الرصيف

هو تعديل للمؤشر المذكور أعلاه وذلك بإضافة جميع الساعات التى تقضيها على الرصيف بدون عمل على أساس تخفيض هذه الساعات إلى الحد الذى لا يتجاوز ٢٤ ساعة فى اليوم، ويجرى حساب هذا المؤشر بقسمة متوسط الشحنات على متوسط وقت الخدمة.

٢- عدد الأطنان لكل ساعة تقضيها السفينة فى الميناء

هو تعديل للمؤشر الرئيسى المذكور سابقاً وذلك بالإضافة جميع الساعات التى تقضيها السفينة فى الميناء، وسوف تخفض هذه الساعات إلى اقل من المؤشر السابق طبقاً للحد الذى سوف تنتظره السفن فى الأرصفة، ويجرى حسابه على أساس قسمة متوسط الشحنات على متوسط زمن دورة السفينة بالميناء؛ وعلى أي حال إذا أردنا تقصى الأسباب التى تؤدى إلى حدوث أي انحرافات فى الإنتاجية بطريقة أكثر تفصيلاً، فإنه من الأوفق أن يعد الميناء بيانات مماثلة بالنسبة لكل سفينة وبالنسبة لكل نوع من أنواع البضائع، ويمكن الحصول على كل هذه البيانات من نفس المعلومات الأساسية المتاحة ولكن ذلك يقتضى مجهوداً إضافياً لمعالجتها.

٣- متوسط عدد جماعات العمال (البروت) المستخدمة بالنسبة لكل سفينة وبالنسبة لكل مناوبة (وردية).

٤- متوسط الشحنات بالنسبة لكل سفينة يتم تفريغها أو شحنها

من الأفضل أن يتم الفصل بين الشحنات الواردة والشحنات الصادرة ما دام الغرض الأساسي لهذا المؤشر هو مراقبة استمرارية العمليات، وهذه الاستمرارية تعتبر في الواقع من أهم العناصر اللازمة لتحديد سرعة تداول بضائع السفينة التي يمكن أن يحققها الميناء.

٥- عدد الأطنان لكل ساعة/برت

يعتبر هذا المؤشر من المؤشرات الثانوية الجيدة ولكن بالطبع يجب إعداده بالنسبة لكل نوع من أنواع البضائع على حدة.

خامساً: مؤشرات إنتاجية العمالة

إن أي تحليل للعمليات يبدو غير كامل إذا لم يوضع في الاعتبار المستوى اللازم من العمالة المستخدمة لتحقيق إنتاجية، وهناك مؤشر بسيط يمكن الحصول عليه من واقع قوائم العمالة الإجمالية لمجموعات عمال الأرصفة في خلال فترة معينة حتى نتجنب أي صعوبة في إجراء الحسابات، ويجب ألا تكون هناك أي صعوبات في الحصول على هذه البيانات وإلى أي مدى تتضمن هذه البيانات من موظفي الرقابة أو عمال الشحن والتفريغ والعمال

الآخرين الذين يماثلون هؤلاء بأولئك، فهذا يمكن تحديده طبقاً لطريقة العمل المفضلة محلياً، ولكن الشرط الرئيسى هو استخدام نفس الأساس عند إجراء الحسابات الخاصة بكل شهر؛ ويمكن الحصول على تكاليف العمالة للطن الواحد وذلك بقسمة التكاليف الإجمالية للعمالة المستخدمة فى عمليات الرصيف (بما فى ذلك تكاليف العمالة المستخدمة على ظهر السفينة وعلى الرصيف وفى المخازن) على الشحنات التى تم تداولها فى خلال نفس الفترة.

استخدام مؤشرات الأداء

تستخدم هذه المؤشرات لكي توضح الآتى:

١. كيفية استخدام التسهيلات والموارد بطريقة منتجة حتى يتسنى للمخططين فى الميناء وضع الخطة اللازمة عند الحاجة لاستخدامها بصورة مفيدة.

٢. كيفية استخدام التسهيلات المكثفة حتى يتمكن المخططون من القيام بوضع الخطة عندما تكون هناك ثمة حاجة إلى استخدام التسهيلات الإضافية.

٣. نوعية الخدمات التى تقدم لملاك السفن.

٤. نوعية الخدمات التى تقدم للشاحنين.

وفى الحقيقة يجب الأخذ بالاعتبار أن الخصائص الذاتية المختلفة لكل ميناء ولكل مجموعة من الأرصفة فى هذا الميناء تعنى أنه يجب على الإدارة أن تقوم باختيار المؤشرات المختلفة من كل مجموعة المؤشرات المتوفرة كما يجب أن تركز اهتمامها الخاص بالنسبة لكل مؤشر.

ويعتبر هذا التشديد على مجموعة المؤشرات الخاصة بالأرصفة من الأسس الحيوية لسببين وهما:

١. إن تفريغ البضائع العامة يجب أن يتم على أرصفة منفصلة تماماً عن الأرصفة الخاصة بالأنواع الأخرى من البضائع، وإذا استخدمت إحدى السفن رصيفاً في غير ما هو مخصص لها فيجب عندئذ تسجيل تلك العمليات.

٢. يجب الفصل بين مجموعات الأرصفة المختلفة من الناحية الجغرافية وإن كانت متماثلة فيما بينها في التخصص في نفس النوع من البضاعة، إذ لا يجدى كثيراً مراقبة متوسط الأداء لخليط متناثر من الأرصفة لكل منها خصائص وملامح ذاتية، ويجب -بقدر الإمكان- أن تتماثل مجموعة المؤشرات الخاصة بالأرصفة مع حدود الرقابة والسيطرة المتاحة لمدير العمليات بغية تحديد مسئولياته الشخصية.

وعلى أي حال يجب أن نذكر أنه على الرغم من تمتع مجموعات الأرصفة المختلفة بقدر من الاستقلال إلا أنها تؤثر في بعضها البعض، وتظهر هذه الحقيقة على وجه الخصوص في حالة زمن انتظار السفينة.

وقد يكون من المفيد مراقبة كل مؤشر من المؤشرات الأخرى على حدة حتى نرى مدى التغيرات التي قد تحدث فيه، على أنه لا يمكن الحصول على نتائج عامة عن أي مؤشر معزول عن المؤشرات الأخرى.

ومن استعراضنا لهذه المؤشرات التي من خلالها قدمت لنا فرصة واضحة وموسعة للتعبير عن الأداء المنجز لمجموعة متناسقة من الأرصفة، كما أوضحت

أيضاً مجموعة أخرى من المؤشرات الثانوية التى يمكن عن طريقها فحص الأداء بطريقة أكثر تفصيلاً.

ويجب بالطبع أن تكون مثل هذه المؤشرات فى متناول المديرين والمخططين والمستشارين الخبراء الضالعين فى عمليات الموانئ بغية رفع مستوى كفاءة الميناء وزيادة إنتاجيته.

المقترحات اللازمة لتطوير الموانئ

لا شك أن معظم موانئ الدول النامية تعانى من مشاكل عديدة ينحصر أغلبها فى عمليات التشغيل، لهذا فيقترح على مديرى الموانئ دراسة بعض المقترحات الخاصة بتطوير عمليات التشغيل الآتية.

١- إرساء السفن

أ- لابد من اتباع سياسة مرنة فى عمليات رسو السفن مهما كان النظام المتبع كما يجب أن تكون إمكانية الرصيف المعين لرسو السفينة مناسباً للبضائع قبل تحديد هذا الرصيف.

ب- يجب ألا تشغل الأرصفة المخصصة لعمليات الشحن والتفريغ بسفينة لن تقوم بهذه العمليات، كما يجب على السفينة مغادرة الرصيف بعد الانتهاء من عمليات الشحن والتفريغ بغية استغلال الرصيف والسماح لسفينة أخرى بالرسو.

ج- يجب قدر المستطاع عدم إرساء السفن على الأرصفة الرئيسية إذا كانت لديها كمية صغيرة من البضائع، كما يجب إجراء عمليات الشحن

والتفريغ فى مكان آخر كالرسو على المخطاف داخل حوض الميناء واستخدام الصنادل لا سيما إذا كان هناك العديد من السفن المنتظرة خارج الميناء.

٣- عمال الشحن والتفريغ

أ- يوجد فى الغالب مجال لزيادة مجموعة العمال (البروت) بالسفينة ومضاعفة العمال العاملين بالعنبر الرئيسى للسفينة.

ب- يجب توفر الانسجام بين العمال العاملين على ظهر السفينة مع مجموعة العمال العاملين على الرصيف وبين المعدات المستخدمة وبين جماعة العد والفرز حتى يتمكنوا من إنجاز العمل بمعدل واحد وبسرعة واحدة.

ج- هناك فى الغالب مجال لمد ساعات العمل اليومية المخصصة لتشغيل السفينة، وعند اتباع هذا الأسلوب فإن هذا المد يجب أن يشمل كافة العمليات بالرصيف.

د- يمكن الحصول على مكاسب كبيرة من جراء تنسيق عملية تداول البضائع الكاملة بين السفينة والمخزن أو التسليم المباشر وذلك تحت إشراف مراقب معين لهذه الغاية، كما أن الأداء لمجموعة من الأرصفة يتوقف على مهارة هذا المراقب المسئول دون أي عوامل أخرى.

هـ- يمكن الحصول أيضاً على مكاسب كبيرة نتيجة لاستخدام المعدات المناسبة لتداول أي نوع من أنواع البضائع.

و- يجب على المشرف المعين التواجد على الأرصفة قريباً من ساحة العمليات لاتخاذ القرارات السريعة والفورية على ضوء الظروف المتغيرة في مجال العمليات.

ز- يجب التقليل قدر المستطاع من عدد مرات رفع ووضع البضائع خلال عمليات التداول.

٣- العمليات على الرصيف

أ- يجب أن تكون عمليات نقل البضائع من جوار السفينة إلى المخزن أو إلى الساحة المكشوفة أو إلى وسائل التسليم الأخرى متناسبة مع السرعة الطبيعية لخطاف السفينة.

ب- يجب اختيار معدات النقل (قاطرة ومقطورة، رافعة شوكة أو عربة) أثناء عمليات التداول بحيث يكون هذا الاختيار مرناً ومتناسباً مع نوعية البضائع المنقولة ومسافة النقل وطبيعة المخزن والمعدات المتيسرة، كما يجب على مشرف الرصيف المختص التواجد بصفة مستمرة في ساحة العمليات لإصدار القرارات المناسبة.

٤- مخازن المواجهة والساحات المكشوفة

أ- يجب دائماً دراسة حالة المخزن عند إعداد خطة تشغيل السفينة إذ غالباً ما يوجد هناك مجال لتعديل برنامج تشغيل عنابر السفينة غير الرئيسية وذلك لإعطاء فرصة للمخازن بغية الاستعداد لقبول البضائع القادمة.

ب- يمكن زيادة طاقة الاستيعاب للمخزن عند الحاجة وذلك بممارسة نظام دقيق وزيادة التستيف الرأسي مع تجنب وجود مساحات ضائعة، وهذا يتطلب رفع مستوى كفاءة موظفي المخازن وذلك بالتدريب المتواصل.

ج- من المرجح أن يكون زمن بقاء البضائع في الساحات والمخازن قبل عملية التسليم كبير نسبياً، ويعود هذا في الغالب للعرف المتبع في النظم التجارية، ولهذا يجب الاهتمام بتشجيع أصحاب البضائع لاستلام بضائعهم مبكراً إذ أن هذا التصرف الهام من جانب إدارة الميناء سوف يؤدي إلى التقليل من تكدس البضائع ضمن هذه المساحات أو المخازن.

د- إن تكدس البضائع في منطقة التخزين سوف يبطئ عملية تشغيل السفينة، ويجب أيضاً ألا تكون البضائع المتبقية على الأرصفة من إحدى السفن المفرغة سبباً في إعاقة عملية تشغيل السفينة التالية والقادمة إلى نفس الرصيف.

هـ- يجب أن تكون الممرات بالمخازن أو السقائف وكذا المخارج والمداخل المؤدية إلى الطرق الرئيسية في الميناء أو إلى السكة الحديدية خالية من البضائع والمعدات بحيث لا تسبب أي عائق دون إتمام عملية التنقل أو التخزين أو حتى عملية تسليم البضائع؛ وعندما تمتلئ مناطق التخزين بالبضائع وتظهر هناك بوادر للتكدس، فمن الأفضل إما التوقف عن استمرار تداول البضائع ونقلها إلى هذه

المناطق لحين التأكد من خلوها وتوفر الفراغات المناسبة أو اللجوء إلى اتباع طريق بديل وذلك بتغيير خط سير البضائع للحيلولة دون تأزم هذا التكدس.

و- يجب ألا تشغل مناطق التخزين المخصصة لتخزين أدوات ومعدات الميناء بالبضائع العابرة الترانزيت، ويطبق هذا مثلاً على معدات التركيب الهندسية الكبيرة والتي يجب أن تنقل خارج منطقة التشغيل المحصورة إلى جانب الأرصفة.

٥- عملية تسليم البضائع

أ- يجب اختيار نقاط لتسليم البضائع من المخازن العابرة بحيث لا تسبب هذه النقاط أي تداخل في عمليات تشغيل السفينة.

ب- يجب التخطيط بدقة لعملية التسليم المباشر بحيث لا يتسبب الإبطاء في السرعة الطبيعية لخطاف السفينة.

ج- يتوقف الاختيار السليم لطرق التسليم المباشر على عدة عوامل بحيث يؤدي هذا الاختيار إلى تخفيض تكلفة النقل والإقلال من زمن بقاء السفينة وعدم تأخيرها على الأرصفة.

٦- خط سير البضائع

هناك مجال أكثر اتساعاً للعمليات نظراً لتوفر الاختلافات المتعددة في أسلوب تفريغ وشحن البضائع وخط سيرها، واستناداً إلى الوقائع العملية التي أجريت في العديد من الموانئ بأن استخدام المرونة في أساليب الشحن والتفريغ

وخطوط سير البضائع المتبعة فى العمليات لها العامل الأساسى فى زيادة متوسط إنتاجية الرصيف.

ويمكن للإدارة العليا فى الموانئ اتخاذ بعض القرارات الخاصة بعمليات التشغيل بغية القضاء على الاختناقات التى قد تحدث وهي:

أ- تطوير طرق وأساليب التشغيل.

ب- تحسين التخطيط للحصول على مرونة شاملة فى سائر العمليات.

ج- الاستثمار فى تسهيلات إضافية.

د- دراسة بعض هذه المشاكل مع اتحادات العمالة فى الميناء بغية التوصل إلى حلول سريعة وممكنة.

وأخيراً فإنه يجب الأخذ فى الاعتبار أن نتائج هذه القرارات وتأثيرها على التخطيط المستقبلى للميناء والتى تشكل لدى الإدارة المؤشر الرئيسى لسير العمليات فى الميناء سوف تجعلها قادرة على التنبؤ بوضوح سواء تم ذلك بتغيير مسار هذا التخطيط على ضوء التغيرات فى حجم الحركة فى المستقبل أم بتعديل مثل هذه القرارات إذا تطلب الأمر الوصول إلى هدف التشغيل الأمثل.

قائمة الجداول

الباب الرابع: إنتاجية الميناء

الفهرس

المراجع

أولا : اللغة العربية:

١- مستقبل السكك الحديد في العصر الالكتروني

د. مهندس / محمود عبد الوهاب

٢- تنظيم وادارة النقل

الاسس – المشكلات – الحلول

د. سعد الدين عشماوي

٣- الملاحة العامة للنقل

ربان / احمد الوكيل

د. عبد الوهاب صالح

٤- السكك الحديدية (الجزء الاول – والثانى)

د. / محمد عبد الرحمن الهواري

د. فارق عبد الباري

د./ يونس نجيب سلامة

٥- التصميم الهندسي للطرق

وزراة النقل

٦- انتاجية الميناء

- ربان عاطف ماروني

٧- الامم المتحدة

- الامم المتحدة – ترجمة معتمدة

The English References:

1. Ship guidance, shipping control for safe economical transportation on River Nile.
   Prof. Dr. Abdel Wahab Saleh
2. Sea Ports
   An Introduction to their places and purpose
   Dr. L.G. Taxlor
3. Road Transport Management
   Don Benson
4. Egypt National Transport System
   Final Report
   Netherlands Engineering consultants
   Holland
5. High ways in the River Environment U.S. Department of Transportation
   Colorado State University
6. Multi Modal Transport System
   Unctad Geneva. March 1995